Prinzipien des Transport- und Lagerwesens im Industriebetrieb unter besonderer Berücksichtigung der Fertigungssysteme

von

Dipl.-Kfm. Roland Günther

aus

Stettin

1968

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546214_0008

Prinzipien des Transport- und Lagerwesens im Industriebetrieb unter besonderer Berücksichtigung der Fertigungssysteme

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades
eines Doktors der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften
(Dr. rer. pol.)
an der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

vorgelegt
von

Dipl.-Kfm. Roland Günther
aus
Stettin

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Referent: Prof. Dr.Dr. h.c. E. Schäfer
Korreferent: Prof. Dr. H. Linhardt

Tag der mündlichen Prüfung: 24.7.1968

Inhaltsverzeichnis

A. Der Industriebetrieb als Organisationseinheit struktureller und dynamischer Natur 1

I. Das Verhältnis von Fertigungsaufbau und -ablauf im Industriebetrieb 1

1. Die Grundvorstellung dieser Arbeit 1

2. Die Verflechtung von Struktur und Ablauf 3

3. Der Fertigungsablauf als Transport- und Lagerprozeß 8

a) Dem Fertigungsablauf zugrunde liegende Funktionen 8

b) Das Bild des Fertigungsablaufes im allgemeinen 12

c) Transport- und lagerbetonte Betriebe 13

II. Das Transport- und Lagerwesen im industriebetrieblichen Fertigungsablauf 24

1. Klärung des Begriffes "innerbetrieblicher Transport" 25

a) Abgrenzung des Begriffes 25

b) Bereich und Gegenstand des innerbetrieblichen Transports 28

2. Transportmittel in herkömmlicher Klassifizierung 33

3. Einteilung der Transportmittel im Hinblick auf ihre Rolle im Fertigungsablauf 39

a) Grad der Verwendbarkeit für betriebliche Aufgaben 40

b) Spezialisierung auf den Förderinhalt 41

c) Spezialisierung auf Zusatzaufgaben 44

d) Wirkungsbereich der Transportmittel 47

e) Beschickbarkeit der Transportmittel 55

f) Räumliche Festlegung der Transportmittel 57

g) Zusammenfassende Übersicht 60

4. Lagerung und Lager im Fertigungsablauf 62

a) Abgrenzung der Zwischenlager von Lagern anderer Art 62

b) Wesen der Zwischenlagerung 66

5. Einteilung der Zwischenlager im Hinblick auf ihre Funktion im Fertigungsablauf 68

a) Lager der Bereitstellung 69

b) Lager des Rhythmusausgleiches 72

c) Lager des Mengenausgleiches 78

d) Degressionsbedingte Lager 80

e) Lager zur Ablaufverbesserung und -vermittlung 86

ea) Umschlaglager 87

eb) Lager zur Assortierung 89

ec) Ansammlungslager 90

f) Lager der Ablaufsicherung 91

6. Beziehungen der Funktionen Fertigen, Transport und Lagern untereinander 94

a) Rangordnung der Funktionen 94

b) Praktische Abgrenzung der Funktionen 100

ba) bei alternierendem Aufeinandertreffen 100

bb) bei simultanem Aufeinandertreffen 103

B. Tendenzen der Ausgestaltung von Transport und Zwischenlagern in den einzelnen Fertigungssystemen 113

I. Fertigungssysteme und ihre Differenzierung mit Hilfe ablaufbeeinflussender Merkmale 113

1. Darstellung der Fertigungssysteme 114

a) Behandlung der Fertigungssysteme in der Literatur 114

b) Werkbanksystem 120

c) Baustellensystem 122

d) Werkstättensystem 123

e) Fließsystem 127

2. Fertigungssysteme und ihre Ablaufeigenarten 127

a) Fertigungssysteme und die zeitliche Lückenlosigkeit des Fertigungsablaufes 129

b) Fertigungssysteme und die Wiederholung gleichartiger Leistungen 135

c) Fertigungssysteme und die Technologie des Produktionsprozesses sowie die Art der Stoffverwertung 143

d) Schematische Darstellung der Zusammenhänge zwischen den Fertigungssystemen und den genannten Merkmalen 152

II. Transport und Zwischenlager in den einzelnen Fertigungssystemen 154

1. Möglichkeiten und Grenzen einer Aussage 154

2. Transport- und Lagerwesen in der Werkbankfertigung 157

3. Transport- und Lagerwesen in der Baustellenfertigung 159

4. Transport- und Lagerwesen in der Werkstättenfertigung 164

5. Transport- und Lagerwesen in der Fließfertigung 175

a) Straßenfertigung mit zeitlich loser Lückenlosigkeit des Fertigungsablaufes 177

b) Fließsystemfertigung mit zeitlich strenger Lückenlosigkeit des Fertigungsablaufes 184

6. Zusammenfassende Übersicht mit Schlußbetrachtung 196

A. Der Industriebetrieb als Organisationseinheit struktureller und dynamischer Natur

I. Das Verhältnis von Fertigungsaufbau und -ablauf im Industriebetrieb

1. Die Grundvorstellung dieser Arbeit

Diese Arbeit beabsichtigt, sich mit dem Transport- und Lagerwesen im Industriebetrieb auseinanderzusetzen. Das ist in der Literatur schon in mannigfaltiger Form geschehen. Dennoch soll hier versucht werden, die beiden Erscheinungen Transport und Lagern im Industriebetrieb von einem bisher nicht üblichen Ansatz her zu untersuchen. Da sowohl die dabei geübte Betrachtungsweise als auch die verwendete Terminologie nicht als geläufig vorausgesetzt werden können, besteht die Notwendigkeit, eine kurze Einführung zu geben, um so die Zielrichtung der Themenstellung wie auch den Gang der Arbeit verständlicher zu machen. Zwar werden im Verlaufe der Arbeit methodische und terminologische Fragen ständig erläutert und berührt, doch sollen die folgenden Ausführungen dazu beitragen, den Ausgangspunkt der der Themenstellung zugrunde liegenden Überlegungen grundsätzlich erst einmal zu klären.
Es wird von der einfachen Vorstellung ausgegangen, daß der Industriebetrieb eine Fertigungs-"Apparatur" besitzt, die aus maschinellen Anlagen, Maschinen und sonstigen Fertigungseinrichtungen besteht. Sie wird dazu eingesetzt, um Güter zu erzeugen.
Die erste grundlegende Vorstellung, von der diese Arbeit ausgeht und die an späterer Stelle näher begründet wird, ist, daß insbesondere die Fertigungsanlagen, -maschinen und -einrichtungen nicht wahllos im Betriebe aufgestellt und angeordnet sind, sondern daß ihrer Anordnung eine bestimmte Systematik oder Ordnung zugrunde liegt. Je nachdem welcher Ordnungsgesichtspunkt vorhanden ist, lassen sich verschiedene Formen der Anordnung der Produktionsmittel in den Industriebetrieben feststellen. Diese unterschiedlichen Formen der Anordnung und Ausrichtung der Anlagen und Fertigungseinrichtungen werden als Fertigungssysteme bezeichnet.

Nun enthält das Thema die Frage nach der Bedeutung des Fertigungssystems als eines Merkmals des Aufbaues des Betriebes für die Ausgestaltung des Transport- und Lagerwesens. An dieser Stelle setzt die zweite Grundüberlegung dieser Arbeit ein. Direkt hat das Fertigungssystem keine Auswirkungen auf das Transport- und Lagerwesen. Aber der Betrieb ist nicht nur mit Maschinen und Fertigungseinrichtungen ausgestattet, die nach bestimmten Grundschemata angeordnet sind, sondern sie werden auch genutzt. Die Anlagen und Fertigungseinrichtungen bilden gleichsam ein Gerüst, innerhalb dessen sich das produktionstechnische Geschehen vollzieht, das mit dem Begriff Fertigungsablauf bezeichnet wird. Es wird von der Hypothese ausgegangen, daß die Anordnungsverhältnisse im Betrieb - wenn auch nicht allein, so doch in Verbindung mit anderen mit den Fertigungssystemen korrelierenden und für den Fertigungsablauf bedeutsamen Merkmalen des Industriebetriebes - von erheblicher Bedeutung für den Fertigungsablauf sind. Die im Verlaufe der Arbeit zu begründende Annahme ist, daß das fertigungstechnische Geschehen in Verbindung mit dem Werdegang des Erzeugnisses, also der Fertigungsablauf, von den Anordnungsverhältnissen im Betrieb beeinflußt wird.

Hier schließt der dritte und letzte Schritt unserer Überlegungen an. Wenn sich eine Beziehung zwischen den Fertigungssystemen und der Eigenart ihrer Fertigungsabläufe feststellen läßt, ist nicht ohne weiteres ersichtlich, inwiefern dadurch bereits ein Hinweis auf die Ausgestaltung des Transport- und Lagerwesens gegeben ist. Geht man aber von der Vorstellung aus, daß Transport und Lagerung neben den Arbeitsvorgängen den Fertigungsablauf ausmachende Grundvorgänge sind, dann wird deutlich, daß es Transport und Lagerung sind, die eine spezifische Ausprägung durch die Fertigungssysteme erhalten.

Die Arbeit versucht also ausgehend von den Fertigungssystemen über den Zwischenschritt einer Untersuchung der Fertigungsabläufe in ihnen, Aussagen über die Ausgestaltung von Transport und Zwischenlagerung zu machen. Der wirkliche Gang ist differenzierter. Es kam jedoch zunächst einmal darauf an,

die grundsätzliche Vorstellung und Zielrichtung der Arbeit herauszustellen.

2. Die Verflechtung von Struktur und Ablauf

Ist in der Betriebswirtschaftslehre die Rede vom Industriebetrieb, so wird er bewußt oder unbewußt als eine Gesamtheit gesehen, die sich in Bauten, Anlagen, Betriebseinrichtungen und einem betrieblichen Geschehen präsentiert.
Der Betrieb als technisch-organisatorische Einheit ist nach Schäfer[1] jener Aspekt der Produktiveinheiten der Wirtschaft, der sich uns eröffnet, wenn wir unseren Blick auf ihren "inneren Aufbau und Ablauf"[2] richten.

Mit dieser Feststellung ist bereits angedeutet, in welche beiden großen Bereiche sich der Erkenntnisgegenstand Industriebetrieb gedanklich zerlegen läßt: einmal in den Bereich, der Fragen des Aufbaues des Betriebes zum Inhalt hat, und zum anderen in jenen Bereich, der sich mit den Ablaufgeschehen befaßt.[3]
Diese Zweiteilung in der Betrachtung hat sich auch die vorliegende Arbeit zu eigen gemacht, wenn sie die Bedeutung der Anordnung der betrieblichen Produktionsmittel (Fertigungssysteme) für das Transport- und Lagerwesen aufzuzeigen versucht.

Struktur und Ablauf, d.h. Anordnung der Produktionsmittel und Fertigungsablauf stehen sich weder isoliert gegenüber noch nebeneinander. Diese Tatsache darf nicht außer acht gelassen werden, auch wenn aus gedanklich-analytischen Gründen diese beiden Aspekte getrennt darzustellen und abzuhandeln versucht wird. Bailey[4] stellt das klar heraus, indem er sagt:

---

1) Vgl. Schäfer, Erich: Die Unternehmung. Einführung in die Betriebswirtschaftslehre, 5. Aufl., Köln und Opladen 1963, S. 102 f.
2) Derselbe: a.a.O., S. 103.
3) Mellerowicz, Konrad: Betriebswirtschaftslehre der Industrie, 3. durchgesehene und erweiterte Aufl., Freiburg i.Br. 1958, 1. Bd., S. 42 spricht von "der Aufgabe der Betriebswirtschaftslehre a l s W i s s e n s c h a f t , das Wesentliche betrieblicher S t r u k t u r e n und A b l ä u f e zu erkennen". Siehe dazu auch Nicklisch, H.: Die Betriebswirtschaft. 7. Aufl., Stuttgart 1932, S. 234 ff.
4) Bailey, L.W.: Factory Layout Planning. In: Mechanical Handling, Vol. 47 (1960), Heft 1, S. 21.

"I must make one general point of fundamental importance and that is that it is not possible to consider layout as separate from materials handling. Layout and materials handling, if we are considering the factory as a whole, are so interconnected and interdependent that meither can be properly studied without regard to the other".
Diese Aussage zeigt weiterhin schon auf, daß Struktur und Ablauf in einer engen wechselseitigen Beziehung stehen. Die Art dieser Beziehung ist nicht nur für das Verstehen des Wesens, sondern auch für die Existenz und die Erscheinungsformen der Anlagenordnung und des Fertigungsablaufes von Bedeutung. Schweitzer, der sich in seinen Ausführungen der umfassenderen Begriffe "Potentialgefüge" und "Aktionsgefüge" bedient, führt hierzu aus: "Grundsätzlich ist das bewirkte Aktionsgefüge (,"das das Geschehen im Potentialgefüge darstellt",)[5] ohne ein Potentialgefüge nicht denkbar; das erstere ist daher fest an das letztere gebunden. Umgekehrt kann auch das Potentialgefüge ohne Bezug zum Aktionsgefüge nicht beschrieben werden, da das Potentialgefüge seinem Wesen nach Wirkgefüge ist"[6].

Anlagenanordnung und Fertigungsablauf bedingen sich gegenseitig. Zudem stehen sie in einem wechselseitigen Spannungsverhältnis, das grundsätzlich keine allgemeingültige Aussage über die Maßgeblichkeit der einen Erscheinung für die Beschaffenheit der anderen zuläßt. Eine alleinige Bestimmung der Anlagenanordnung durch den Fertigungsablauf und umgekehrt ist praktisch nicht denkbar. In der Regel kommt es zu einem Kompromiß der Anordnungs- und Ablaufgesichtspunkte.
So galt in der klassischen Maschinenfabrik mit "Maßanfertigung" ihrer Produkte entsprechend den Kundenwünschen und ihren verschiedenen an der Herstellung des Produktes beteiligten Werkstätten die Aufmerksamkeit mehr der Anordnung der Maschinen und Arbeitsplätze in den Werkstätten als der Frage, wie die Anordnung der Werkstätten zueinander bzw. der

---

5) Durch den Verfasser eingeschoben.
6) Schweitzer, Marcell: Probleme der Ablauforganisation in Unternehmungen. Berlin 1964, S. 17.

Maschinen in den Werkstätten im Sinne eines günstigen Fertigungsablaufes vorzunehmen war. Man dachte vorwiegend strukturell und weniger ablaufbetont.
Historisch gesehen tat man das in diesem Bereich der Industrie, offensichtlich an alten Gewohnheiten festhaltend auch noch, als bereits eine kritische Analyse der betrieblichen Verhältnisse im Hinblick auf Fragen des Ablaufes sinnvolle Verbesserungen ergeben hätte. Erst mit der Ausbreitung amerikanischer Vorstellungen über die Vorteile der Fließarbeit oder Fließfertigung wurde man auf diesen Aspekt aufmerksam.

Anders liegt der Fall z.B. bei einer Mühle, in der sich ein Mahlgang an den anderen anschließt und zudem noch ein sog. Schüttgut[7] verarbeitet wird. Hier drängen die natürlichen Verhältnisse des Produktionsprozesses bereits darauf hin, daß dem Fertigungsablauf besondere Beachtung geschenkt wird. Noch deutlicher wird diese gegenseitige Verflechtung bei chemischen Prozeßanlagen. Durch den häufig zwangsläufigen Fertigungsablauf ist die Anordnung und Aufeinanderfolge der Aggregate vorgeschrieben.[8]
"In continuous process industries, where operation follows on operation without interruption - petroleum refining for instance - it is apparent that the process and the sequence by their very nature almost dictate the layout"[9] (letzte Hervorhebung durch den Verfasser).

Die Anlage der technischen Apparatur wird hier maßgebend von den Ablauferfordernissen her bestimmt.

Diese Beispiele mögen ausreichen, um zu zeigen, wie die betrieblichen Verhältnisse im Hinblick auf Struktur und Ablauf

---

7) Vgl. Bolte, Hans-Joachim: Fördertechnik in der Fleischindustrie. Veröffentlicht vom Institut für Fachschulwesen der DDR, Karl-Marx-Stadt 1964, Bd. 1, S. 2.
8) Vgl. Carnap, Günter: Die Fließfertigung als arbeitsorganisatorisches Fertigungsverfahren in mechanisch-technologischen Industrien, Diss. TH Darmstadt 1955, S. 124.
9) Alford, L.P. and John R. Bangs: Production Handbook. The Ronald Press Company, New York 1953, S. 734.

mehr oder weniger deutlich von der strukturellen Seite oder der Seite der Bewegungsvorgänge her geprägt sein können.

Die bisherigen Überlegungen lassen darauf schließen, daß aufgrund der Verflechtung von Struktur und Ablauf die einseitige Blickrichtung von der Anlagenanordnung auf das Ablaufgeschehen, nicht möglich ist.
Im folgenden soll begründet werden, warum trotz der bestehenden Verflechtung zwischen Aufbau und Ablauf von einer gegebenen Struktur ausgegangen werden kann.

Der industriebetriebliche Fertigungsablauf stellt sich als ein Bewegungsvorgang innerhalb einer technischen Apparatur dar. Er ist nicht etwas, was sich seinen Weg autonom durch den Betrieb bahnt. Bestimmt wird der Fertigungsablauf durch die sinnvolle Verknüpfung der im Betriebe vorhandenen Maschinen und Arbeitsplätze, die das Fertigungsobjekt nacheinander durchläuft, oder die an es herangebracht werden. Dadurch, daß die Anlagen oder auch das Fertigungsobjekt räumlich fixiert sind, ergibt sich gleichsam ein Wegesystem, durch das alle in einem Betriebe möglichen Routen für den Fertigungsablauf vorgegeben sind. Dieses Wegesystem kann außerordentlich verzweigt und umfangreich sein, aber auch nur aus einer "Straße" bestehen. Entsprechend besteht auch die Möglichkeit, auf dem einen oder anderen Wege oder nur auf einem Wege zu dem angestrebten Produktionsziel zu gelangen. Jedenfalls zeigt sich, daß der Fertigungsablauf maßgeblich von den Gegebenheiten der örtlichen Anordnung im Betrieb bestimmt wird.[10] Die Anlagen bzw. Fertigungsobjekte sind sozusagen Festpunkte des betrieblichen Ablaufs. Das ist jedenfalls so, sobald eine bestimmte räumliche Anordnung im Betriebe vorgenommen worden ist.

Aus dieser Erkenntnis heraus rechtfertigt es sich die Blick-

---

10) Vgl. Still, Tom: Betriebswirtschaftliche Fragen des Förderwesens. Diss. Freiburg/Schweiz 1962, S. 26. Hinsel, Dieter: Fertigungssysteme in der Industrie. Ihre Gliederung unter technisch-ökonomischen Gesichtspunkten und ihre schaubildliche Darstellung. Ein Beitrag zur Betriebstypologie. Diss. Nürnberg 1955, S. 9.

richtung der Arbeit, wenn hier vom Fertigungssystem her der Fertigungsablauf und insbesondere das Transport- und Lagerwesen als seine Komponenten untersucht wird.

Nun ist es nicht so, daß diese Anordnungsverhältnisse ein für alle Male festgelegt sind. Es gibt Betriebe, bei denen die einmal vorgenommene Anlagenanordnung über Jahre hinaus beibehalten wird und andere, bei denen in kurzen Zeitabständen, unter Umständen sogar täglich, eine Umordnung der Maschinen und Arbeitsplätze entsprechend dem wechselnden Fertigungsinhalt vorgenommen wird. Das ist vor allem auch eine Frage der Umstellbarkeit der Maschinen. Gewicht, notwendige Spezialfundamente, Verankerungen, Anschlußmöglichkeiten, räumliche Verhältnisse etc. machen innerbetriebliche Standortänderungen[11] nicht selten unmöglich.
Ein Beispiel für die kurzfristige Umordnung der Fertigungsanlagen bietet das von der Singer AG entwickelte Synchrosystem. "Bei Anlauf jeder Tagesproduktion bzw. jeder Umstellung im Produktionsprogramm wird der Maschinenpark der Fertigungsplanung entsprechend so umgestellt, daß das Arbeitsgut den kürzesten Fließweg durchläuft und die einzelnen Maschinen sich dem geplanten Arbeitsfluß organisch anpassen." "Es können nicht nur Nähmaschinen, sondern auch beliebig viele Spezial- oder sonstige Hilfsmaschinen ohne irgendwelche Schwierigkeiten in die Produktion, gleich welcher Fertigungsart, eingeschaltet und produktionsmäßig restlos ausgenutzt werden".[12]

Hier ist es so, daß die Produktionsmittel den sich ändernden Ablaufbedürfnissen folgen können. Der neuen funktionalen Verknüpfung der Produktionsmittel folgt eine entsprechende räumliche Anordnung.

---

11) Zu dem Begriff "innerbetrieblicher Standort" vgl. Schäfer, E.: a.a.O., S. 87 und S. 138 ff. Hundhausen, C.: Innerbetriebliche Standortfragen. In: ZfhF, 20. Jg. 1926, S. 1 ff.

12) Jakeschky, Max Walter: Das Synchro-System als Fließfertigungsverfahren in der Bekleidungsindustrie. In: Rationalisierung, Monatsschrift des RKW, 2. Jg. 1951, Heft 6, S. 158 - 159.

Häufig bleibt aber die Anlagenanordnung bestehen, und es wird nur eine neue funktionale Verknüpfung der einzelnen Fertigungseinrichtungen vorgenommen.[13)]
"In Betrieben der Karosseriefertigung zum Beispiel werden, wie dies stets angestrebt werden soll, die Maschinen nach dem Fließprinzip aufgestellt. Nicht benötigte Aggregate sind aus dem Fluß abgezogen. Bei einer solchen Anordnung, so wird in einer Untersuchung bemerkt, muß aber besonders eventuellen Umstellungsmöglichkeiten Rechnung getragen werden. Man ist deshalb bestrebt, daß für Neuauflagen eines Typs oder auch schon bei geringen Änderungen in der Karosserie nach einem genauen Plan Maschinen und Vorrichtungen, die nicht mehr benötigt werden, aus dem Fluß herausgenommen und andere, entsprechend der Notwendigkeit, eingegliedert werden können".[14)]

Trotz dieser unterschiedlichen Flexibilität der Anlagen im Hinblick auf die Möglichkeit ihrer Umordnung entsprechend dem Fertigungsablauf bleibt es dabei, daß die Anlagenanordnung, wenn sie einmal besteht, für einen bestimmten Zeitraum als Datum, als etwas Statisches zu sehen ist, dem sich der Fertigungsablauf, die fertigungstechnische Dynamik, unterzuordnen hat. Daher wird der Fertigungsablauf vermutlich, ohne Rücksicht auf die Dauer der Beibehaltung eines Fertigungssystems, typische Merkmale aufweisen, die durch das Vorhandensein eines bestimmten Fertigungssystems und die mit ihm korrelierenden anderen ablaufbeeinflussenden Faktoren[15)] bedingt sind.

3. Der Fertigungsablauf als Transport- und Lagerprozeß

a) Dem Fertigungsablauf zugrunde liegende Funktionen

In den bisherigen einleitenden Überlegungen allgemeiner Art wurde der Betrieb in seiner Gesamtheit und mehr abstrakt gesehen, indem auf seine strukturelle und seine dynamische Seite hingewiesen und eingegangen wurde. Jetzt soll ein Schritt

---

13) Vgl. Heiner, Heinz-August: Die Rationalisierung des Förderwesens in Industriebetrieben. Berlin 1961, S. 98.
14) Heiner, H.A.: a.a.O., S. 161.
15) Siehe Seite 154 ff.

weiter auf die industriebetriebliche Wirklichkeit hin getan werden und untersucht werden, was unter dem Begriff "Fertigungsablauf" zu verstehen ist. Es soll keine Begriffsbestimmung im Sinne einer Definition gegeben, sondern gefragt werden, welche betrieblichen Funktionen diesen Bewegungsvorgang ausmachen.
Ein solches Vorgehen ist notwendig, weil sich ein dem ständigen Wechsel unterzogenes und von Betrieb zu Betrieb unterschiedlich gestaltetes Geschehen, wie es der Fertigungsablauf ist, einer definitorischen Erfassung verschließt, so daß nur seine entscheidenden Wesensmerkmale herausgestellt werden können. Es ist auch nicht der Fertigungsablauf eines bestimmten Betriebes gemeint. Zur Debatte steht der Ablauf der Fertigung, wie er für j e d e n Industriebetrieb gilt.

Ziel eines jeden Industriebetriebes ist es, eine Leistung zu erstellen, indem Stoffe in Verfahren mechanisch- wie chemisch-technologischer Art (E. Schäfer)[16] be- oder verarbeitet werden. Da die Chemie die Lehre von den Stoffen und den Stoffumwandlungen ist, lassen sich die chemisch-technologischen Verfahren als Verfahren der Stoffumwandlung bezeichnen. Die Verfahren des Abtrennens, Umbildens und Zusammenfügens auf mechanischem Wege werden dementsprechend unter dem Begriff der Stoffumformung zusammengefaßt.[17] Der Stoffumformung wie auch der Stoffumwandlung[18] ist gemeinsam, daß auf Materie im Hinblick auf ein bestimmtes Ziel eingewirkt wird. Solche Vorgänge des Einwirkens auf Materie werden gemeinhin "Fertigen" geheißen. Fertigen in diesem Sinne liegt also immer dann vor, wenn eine im Hinblick auf das Fertigungsziel gewollte Wesensveränderung des Fertigungsgegenstandes vorgenommen wird.
Das geschieht in der Regel nicht in <u>einem</u> Fertigungsgang und auch bei noch so enger Zusammenlegung der Bearbeitungsgänge

---

16) Siehe dazu auch Riebel, Paul: Mechanisch-technologische und chemisch-technologische Industrien in ihrer betriebswirtschaftlichen Eigenart. In: ZfhF 6. Jg. 1954, S. 413 ff.
17) Vgl. Weblus, Bernhard: Produktionseigenarten der chemischen Industrie, ihr Einfluß auf Kalkulation und Programmgestaltung. Zugleich eine Studie für Vielproduktbetriebe. Berlin 1958, S. 15.
18) Vgl. zu diesen Begriffen auch Gutenberg, Erich: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, 1. Bd., Die Produktion, 12. Aufl., Berlin-Heidelberg-New York 1966, S. 87 f.

nicht an einem Ort. Eine "Punktförmigkeit der Produktion"[19] gibt es nicht. Zwar ließen sich einige Beispiele nennen, bei denen es gelungen ist, die Arbeitsgänge auf engstem Raume in einer Maschine zusammenzubringen, so z.B. bei sog. Karussel- oder Trommelmaschinen, die aber immer noch Vielstationenmaschinen bleiben[20]. Praktisch punktförmig sind z.B. die Erzeugung von elektrischem Strom und von Schrauben (Bolzen). Nur liegt das beim Kraftwerk in der Einstufigkeit der Umwandlung von kinetischer in elektrische Energie begründet, während beim "Boltmaker" es konstruktiv gelungen ist, eine Reihe von Arbeitsgängen in einem Automaten zu vereinigen. Es handelt sich dabei um folgende Arbeitsgänge, für die im herkömmlichen Herstellungsgang vier Maschinen benötigt werden:

1. Maschine: Doppeldruckpresse (Abschneiden, Vorstauchen, evtl. Reduzieren, Fertigstauchen)
2. Maschine: Abgratpresse (Formen des Kopfes)
3. Maschine: Ankuppmaschine (Ankuppen)
4. Maschine: Gewindewalze (Gewindewalzen)

Diese wenigen Beispiele mögen zeigen, daß nur in einigen Ausnahmefällen die Fertigung sich auf einem eng begrenzten Raume abspielt. Grundsätzlich kann gesagt werden, daß das Gut bzw. seine Teile mehrere Fertigungsstadien zu durchlaufen haben. Die Gegenstände der Fertigung müssen von einer Maschine oder einem Arbeitsplatz oder Lager zur anderen Maschine oder zum anderen Arbeitsplatz oder Lager bewegt werden oder aber die Arbeitskräfte und Sachmittel an das Fertigungsobjekt herangebracht werden. Der Fertigungsablauf ist demnach nicht nur Umformen und Umwandeln, sondern auch Bewegen der Fertigungsobjekte und Mittel zwischen den Orten ihres Einsatzes. Dieser Vorgang wird als Transport bezeichnet und ist unbedingt notwendig, um eine Folge verschiedener sich an örtlich auseinander liegenden Fertigungsstationen abspielender Fertigungsvorgänge, den Fertigungsablauf, möglich zu machen.

---

19) Voitl, Walter: Der innerbetriebliche Transport. Wien 1958, S. 27.
20) So Stubenrecht, Alfred: Stand der Automatisierung in den Vereinigten Staaten von Amerika. In: Arbeitsvorbereitung, Automatisierung, Elektronik, hrsg. von der Deutschen Gesellschaft für Betriebswirtschaft, Berlin 1952, S. 47.

Nun befinden sich im Betrieb Güter, deren Zustand nicht geändert wird und die auch keinen Transport erfordern. Es wird weder gefertigt noch transportiert. Dennoch nehmen diese Güter am Produktionsablauf teil. Sie sind in den Fertigungsablauf eingebettet, in ihn integriert. Dieser Teil des Fertigungsablaufes wird gemeinhin mit dem Wort "Lagern" umrissen. Obwohl beim Lagern mehr geschieht, als daß das Gut lediglich lagert, soll dieser Terminus mangels eines besseren verwendet werden. Was im einzelnen darunter zu verstehen ist, werden spätere Ausführungen darlegen.[21)]
Als Ergebnis bleibt festzuhalten, daß der Fertigungsablauf im Industriebetrieb durch die zusammenwirkenden Vorgänge Fertigen, Transportieren und Lagern zustande kommt. Dieselben Kriterien hat Krippendorff im Auge, wenn er den Begriff Materialfluß mit dem in der amerikanischen Literatur verwendeten "materials handling"[22)] gleichsetzt, die darunter "alle mit der Bewegung, der Behandlung, der Lagerung der Werkstoffe zusammenhängenden Tätigkeiten"[23)] zusammenfaßt. Die genannten Tätigkeiten sind eben das, was oben mit Fertigen, Transportieren und Lagern gemeint ist. An anderer Stelle[24)] wiederum spricht er von den Materialflußtätigkeiten Fertigen, Bewegen, Ruhen. Hinzugefügt werden muß, daß jede der drei Komponenten Teil des Fertigungsablaufes ist[25)], aber Fertigen,Transport und Lagern allein für sich ihn nicht ausmachen.

---

21) Vgl. dazu die Ausführungen auf S. 66 ff.
22) Im Gegensatz dazu stehen andere Autoren, die darunter "Materialbewegung" oder "innerbetrieblicher Transport" verstehen.
23) Krippendorff, Herbert: Integrierter Materialfluß. o.O. 1965, im Vorwort S. 7.
24) Vgl. derselbe, a.a.O., S. 69.
25) Der Terminus Materialfluß wurde hier nicht verwendet, weil er zu einseitig mit der Vorstellung der Materialbewegung im Sinne von Transport, speziell des Materials, verbunden ist, und außerdem den Eindruck hervorruft, als handele es sich um ein ständiges oder kontinuierliches Fließen, was zwar hier und dort ein anstrebbarer Sollzustand sein mag, aber in wenigen Fällen konsequent verwirklicht bzw. durchführbar ist. Außerdem läßt der Ausdruck das Fertigen vollkommen außer acht.

Notwendig ist ein Zusammenwirken (s. Abb. 1).

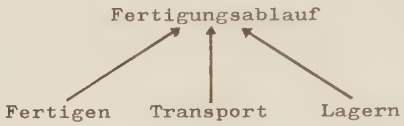


Abb. 1 Den Fertigungsablauf ausmachende Vorgänge oder Funktionen

b) Das Bild des Fertigungsablaufes im allgemeinen

Aufgrund der bisherigen Feststellungen läßt sich der Fertigungsablauf als ein dynamischer Vorgang im Sinne eines technologischen Vollzugs zum Zwecke der Herstellung von Gütern durch das Zusammenwirken der drei Grundfunktionen Fertigen, Transport und Lagern kennzeichnen. Unter F u n k t i o n wird in diesem Zusammenhang der Inbegriff einer Aufgabengesamtheit einheitlicher Natur verstanden, die ein ablaufnotwendiges Grundbedürfnis befriedigt.
Im Rahmen des Gesamtfertigungsablaufes wirken die drei Funktionen wechselseitig aufeinander ein, d.h. sie stehen in einem interdependenten Verhältnis. Entsprechendes gilt für die einzelnen Vorgänge des Fertigungsablaufes, in denen sich das Wirksamwerden der Funktionen durch den Einsatz von persönlichen und sachlichen Mitteln sichtbar manifestiert.
Mit V o r g a n g wird demnach jede durch einheitlichen funktionellen Charakter gekennzeichnete Tätigkeit bezeichnet. Beginn und Ende und damit die zeitliche Dauer eines Vorganges sind dadurch bestimmt, wie lange er seinem Wesen nach den gleichbleibenden Funktionscharakter beibehält.
Der Fertigungsablauf umfaßt in der Regel eine ganze Reihe solcher Fertigungs-, Transport- und Lagervorgänge. Er stellt sich dar als ein interdependentes Geschehen zielgerichteten Zusammenwirkens einer Vielzahl von Vorgängen zur Herstellung eines Erzeugnisses.
Der Fertigungsablauf als Gesamtheit aller dieser Vorgänge erhält dadurch eine gewisse Gliederung, daß die Vorgänge unterschiedlich stark aneinander gebunden und aufeinander angelegt

sind. So ergeben sich technisch abgegrenzte, mehrere Vorgänge umfassende Einheiten, die durch gewisse Einschnitte im Fertigungsablauf getrennt sind, weil sie einen in sich abgeschlossenen Teilprozeß aus dem gesamten Fertigungsprozeß ausmachen. Der Fertigungsablauf zerfällt (mit Ausnahme einphasiger Produktionsablaufe) gemeinhin in mehrere Abschnitte, Stufen oder Phasen.
Da diese Vorgänge auch ein räumliches Geschehen darstellen, läßt sich auch von S t a t i o n e n des Fertigungsablaufes als Inbegriff des örtlichen Bereiches oder der Zone des Wirksamwerdens von Vorgängen einer einheitlichen Funktionsart sprechen. Durch eine Reihe zusammengehöriger Fertigungs-, Transport- und Lagerstationen bilden sich ebenfalls Abschnitte des Vertigungsablaufes.[26)]
Diese Vorstellung vom Zusammenspiel von Vorgängen bzw. Stationen zu einem Fertigungsablauf läßt sich sowohl auf den Werdegang eines einzelnen Fertigungsgegenstandes als auch auf das gesamte produktionstechnische Geschehen beziehen. Das gleichzeitige Nebeneinander einer Mehrzahl von Einzelabläufen macht den Gesamtablauf aus.

Mit den bisherigen Ausführungen ist bei weitem nicht alles gesagt, was sich über den Fertigungsablauf als funktionelles, räumliches und zeitliches Geschehen dartun läßt. Sie mögen aber ausreichen, die verwendeten Ausdrücke und die damit verbundenen Vorstellungen zu umreißen.

c) Transport- und lagerbetonte Betriebe

Umfang und Gewicht der Funktionen bzw. Vorgänge als deren konkrete Ausführung sind in den einzelnen Industriebetrieben völlig unterschiedlich ausgeprägt. In vielen Fällen tritt dies bereits in dem Gesamteindruck, der sich dem Betrachter eines Betriebsgeschehens aufdrängt, zutage. Es gibt Betriebe, bei denen die Ausführung der einen oder anderen Funktion das Bild

---

26) Zukünftig wird kurz von "Fertigungsabschnitten" oder "Abschnitten des Fertigungsablaufs" gesprochen werden.

des Fertigungsablaufes beherrscht. Man kann hier von fertigungsbetonten, transportbetonten und lagerbetonten Fertigungsabläufen sprechen. Das ist nicht im Hinblick auf die kosten- oder finanzwirtschaftliche Rolle der drei Funktionen gemeint, sondern alleine auf deren Übergewicht als Komponente des Ablaufgeschehens. Ähnliche Gedanken finden sich bei Krippendorff, wenn er schreibt: "Eine moderne Mühle ist wesentlich mehr durch die Fördertechnik als die Fertigungstechnik bestimmt, ein Walzwerk hat fast den gleichen Investitionsaufwand für Fördermittel wie für Fertigungsvorgänge, eine moderne Lackieranlage, ein Härte- oder Emailleofen ist mehr als Förderanlage anzusehen".[27)]
In der Bauindustrie tritt der Fall auf, daß wir "sogar von einer Umkehrung der Beziehung "Fertigungs- und Transportfunktion" sprechen. Mit zunehmendem "Wachstum" - man denke an Wolkenkratzer - bestimmt die Fördergeschwindigkeit das Fertigungstempo, während in Be- und Verarbeitungsbetrieben meist entgegengesetzt vorgegangen wird".[28)]
Einen Eindruck, welchen Umfang entfernungs- wie gewichtsmäßig die Transportfunktion einnehmen kann, vermittelt Abb. 2. Dieser, dem eigentlichen Schmelzvorgang vorgelagerte Fertigungsabschnitt des Beschickens eines Kupolofens besteht fast ausschließlich aus Transportvorgängen.

Ein weiteres sehr plastisches Bild in dieser Hinsicht gibt ein Sägewerk, in dem versucht wurde, für die Herstellung von Schwellen, Bohlen und Brettern einen weitgehenden fließenden und automatischen Ablauf zu erreichen. Die Transporteinrichtungen in Form von Hänge-, Rollen-, Band- und Schleppförderern lassen die wenigen Fertigungsstationen (Sägen) in diesem Betrieb fast nebensächlich erscheinen (vgl. Abb. 3).

Nicht minder zeigt sich der Anteil des Transportes in der "vereinfachten Form eines Arbeitsflußplanes für ein kleines in Massenfabrikation hergestelltes Gußstück" (s. Abb. 4).

---

27) Krippendorff, H.: a.a.O., S. 26.
28) Bezdecka, Helmuth: Die Materialbewegung im Industriebetrieb unter dem Gesichtspunkt ihrer kostenoptimalen Gestaltung. Diss. Frankfurt 1959, S. 46.

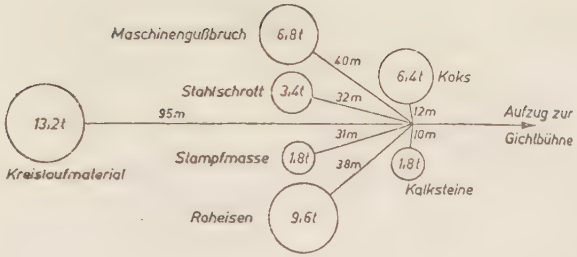


Abb. 2 Tagesmengen-Förderung zum Kupolofen. [29]

Von den dort genannten Tätigkeiten sind die Hälfte Transportvorgänge und "die Zahl der Transporte von und nach jeder Maschine bzw. jedem Arbeitsplatz und der Transport von und nach jeder Abteilung übersteigt bei weitem die Zahl[30] der direkten Fertigungs- und Verarbeitungsvorgänge".[31] Über die für 1 Tonne fertigen Guß erforderlichen Fördermengen und -wege vermittelt Abb. 5 eine Anschauung.
Ohne die jeweiligen Kriterien untersuchen zu wollen, an denen das Übergewicht einer der drei Funktionen in diesen Beispielen festgestellt wird, wird durch sie doch deutlich, daß das Schwergewicht des Fertigungsablaufes bei der Transportfunktion liegt.
Für die Funktion Fertigen wird das ohnehin in der überwiegenden Zahl der Fälle zutreffen, da sie nun einmal das zentrale Geschehen des Industriebetriebes ausmacht. Besonders augenfällig wird das dort, wo das Fertigen Bauen oder Montage bedeutet. Beispiele hierfür seien Bau- oder Montagevorgänge beim Brücken-, Straßen-, Schiffs- und Flugzeugbau. Zentralgeschehen ist das Vorantreiben des Fertigungsobjektes, das Fertigen. Aber auch in jenen Fällen, in denen sich der Fertigungsablauf

---

29) Aus RKW: Senkt Transportkosten. Frankfurt 1952, S. 54, nach einer verkleinerten Wiedergabe bei Heiner, H.-A.: a.a.O., S. 288.
30) Die Vorgänge der Kontrolle sind hier zu den Fertigungsvorgängen zu zählen, weil sie ihnen unmittelbar entspringen bzw. dienen. Vgl. dazu auch Slätosch, Herbert: Die Probleme des Materialflusses. Stuttgart 1956, S. 3.
31) RKW-Auslandsdienst, Heft 3: a.a.O., S. 9.

1 Holzanlieferung
2 Rohholzlager
3 Kettenförderer
4 Sortierhaus
5 Lade- und Programmierhaus
6 Lager für Holzsorten
7 Kreisbahn mit gesteuerter Abkippvorrichtung
8 Portalkrane
9 Bandförderer
1o Waschstationen
11 Gattersägen
12 Rollenförderer
13 Sortier- und Sägetische für Seitenlängen
14 Schleppförderer
15 Rollenförderer
16 Kettenförderer auf Brücke
17 Breitensäge
18 Sortierband
19 Seitensäge
2o Rindenfräsmaschine

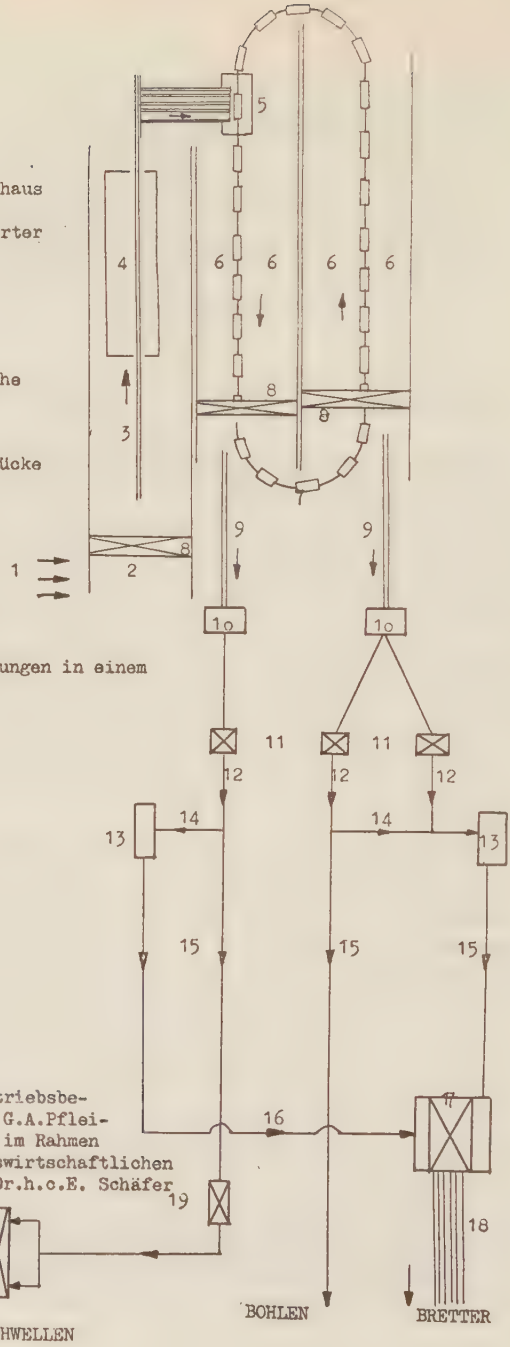


Abb. 3 Transporteinrichtungen in einem Sägewerk. (32)

32) Gesehen auf einer Betriebsbesichtigung der Firma G.A.Pfleiderer, Neumarkt/Opf., im Rahmen des industriebetriebswirtschaftlichen Kolloquiums von Prof.Dr.Dr.h.c.E. Schäfer am 9.5.66

Vereinfachte Form eines Arbeitsflußplanes für ein kleines in Massenfabrikation hergestelltes Gußstück

Menge: 2000 Stück je Woche.

Arbeitsvorgang	Gegenwärtig	Vorgeschlagen	Einsparung
„Tatsächliche" Arbeitsvorgänge	9	9	0
Transporte	17	12	5
Beaufsichtigung	Nur allgemeine Beaufsichtigung am Arbeitsplatz		
Mengenkontrollen zur Produktionsüberwachung und Prämienvergütung	8	3	5
Lagerungen	1	1	0
Gesamtentfernung (in Fuß; 1 Fuß = 30,48 cm)	3056	824	2232

Bisheriges Verfahren							Vorgeschlagenes verbessertes Verfahren						
Art der Tätigkeit	Arbeitsvorgang	Transport	Beaufsichtigung	Mengenkontrolle	Lagerung	Entfernung in Fuß	Entfernung in Fuß	Arbeitsvorgang	Transport	Beaufsichtigung	Mengenkontrolle	Lagerung	Art der Tätigkeit
Rohmaterial					●							●	Rohmaterial
Zur Schneidemaschine		●				30	30		●				Zur Schneidemaschine
Schneiden	●							●					Schneiden
Zur Kontrolle		●				10	10		●				Zur Kontrolle
Kontrolle				●							●		Kontrolle
Zur Formgebung		●				320	320		●				Zur Formgebung
Formgebung	●							●					Formgebung
Zur Kontrolle		●				126	5		●				Zur Putztrommel
Kontrolle				●				●					Reinigen (Putzen)
Zur Putztrommel		●				340	6		●				Zur Formgebung
Reinigen (Putzen)	●							●					Formung der Spirale
Zur Kontrolle		●				135	7		●				Zur Entölung
Kontrolle				●				●					Entölung
Zur Formgebung		●				340	7		●				Zum Punktschweißen
Formung der Spirale	●							●					Punktschweißen
Zur Kontrolle		●				120	4		●				Zum Aufrauhen
Kontrolle				●				●					Aufrauhen
Zur Entölung		●				170	5		●				Zur Putztrommel
Entölung	●							●					Reinigen (Putzen)
Zum Punktschweißen		●				260	90		●				Zur Kontrolle
Punktschweißen	●										●		Kontrolle
Zur Kontrolle		●				110	170		●				Zur Härtung
Kontrolle				●				●					Zyankali-Härtung
Zum Aufrauhen		●				110	170		●				Zur Kontrolle
Aufrauhen	●										●		Kontrolle
Zur Kontrolle		●				100							
Kontrolle				●									
Zur Putztrommel		●				340							
Reinigen (Putzen)	●												
Zur Kontrolle		●				135							
Kontrolle				●									
Zur Härtung		●				240							
Zyankali-Härtung	●												
Zur Kontrolle		●				170							
Kontrolle				●									
						3056	824						

Abb. 4 Anteil der Transportvorgänge am Herstellungsgang eines kleinen Gußstückes. [33]

33) Aus RKW-Auslandsdienst, Heft 3: Innerbetriebliches Förderwesen. Erfahrungsbericht einer englischen Studienkommission in den USA. München 1951, S. 53.

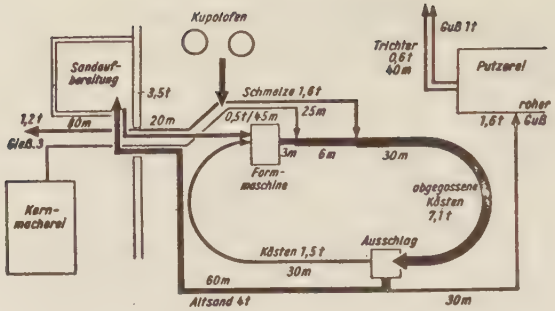


Abb. 5 Transportbetonter Fertigungsablauf eines Gießereibetriebes.[34)]

in geschlossenen Anlagen abspielt, sei es nun eine automatische Maschine, die eine Vielzahl von verschiedenen Arbeitsgängen in sich vereinigt, oder, was besonders für die chemische Technologie gilt, eine Prozeßanlage (E. Schäfer) z.B. zur Herstellung von Schwefelsäure, flüssigem Sauerstoff oder Tafelglas, überwiegt vielfach der Eindruck des Fertigens. Maschine wie Anlage stehen hier als Symbole für das Fertigen, auch wenn im Gegensatz zu den erstgenannten Beispielen des Zusammenbaues vom Fertigen selbst nichts mehr zu sehen ist.

Ebenso vermögen Lagervorgänge den Gesamteindruck des Fertigungsablaufes auszumachen. So befinden sich in einer Porzellanfabrik, die eine Vielzahl unterschiedlich geformter feinkeramischer Gegenstände herstellt, zwischen den Fertigungsstationen Formgebung, Glasieren, Brennen, Dekorieren umfangreiche Zwischenlager, so daß die Bestände unterschiedlichen Reifegrades das Bild des Betriebsgeschehens ausmachen. In Wellpappenfabriken, die viele Kartonsorten herstellen, ist es regelmäßig der Fall, daß die drei Fertigungsstationen Wellpappenmaschine, Slotter und Heftmaschinen regelrecht in Zwi-

---

34) Aus: Informationsbuch für Technologen. Metallverarbeitende Industrie. Bearb. v. C. Böhme, H.-J. Borghardt, A. Koberg, 3. Aufl. Berlin 1964, S. 180.

schenlagern eingebettet zu sein scheinen. Ähnlich sieht es in Blechstanzereien aus, wenn die Stanzen von dem zu bearbeitenden und dem bearbeiteten Material umgeben sind. Solche Verhältnisse sind besonders in den Vorwerkstätten mechanisch-technologischer Industrien anzutreffen, also dort, wo die Rohstoffe ihre erste Ausrichtung auf das Fertigungsziel erhalten. Hier tritt die Vielfalt der Abmessungen und Ausgestaltungen der Einzelteile in Erscheinung, und wenn nicht für bestimmte Einzelteile eigene Maschinen zur Verfügung stehen, müssen zeitlich wechselnd die verschiedenen Gegenstände auf denselben Maschinen gefertigt werden. Das führt, besonders wenn noch schlecht organisiert, regelmäßig zu Zwischenlagern.

Der Eindruck einer Fertigung zwischen lagernden Materialien ist primär nicht eine Folge schlechter Organisation, sondern der Fertigungsverhältnisse.
Veranschaulichungen, die wie oben der (komplexen) Realität entnommen sind, vermögen Dinge, die sich gedanklich klar herausschälen lassen, nur unvollkommen mit der gleichen Klarheit zu veranschaulichen. Dennoch mögen sie ausreichen, um zu verdeutlichen, daß in solchen Fällen, in denen die eine oder andere Funktion die Szene des Ablaufgeschehens beherrscht, das industriebetriebliche Geschehen als ein Lager- oder Transportprozeß gesehen werden kann, weil es dort besonders auf der Hand liegt.
In einem Fall sind dann Fertigungs- und Lagervorgänge in den Transportprozeß und im anderen Fertigungs- und Transportvorgänge in den Lagerprozeß eingebettet.
Macht man sich diesen Blickpunkt zu eigen, so ist folgende Betrachtungsweise möglich: Wird das Betriebsgeschehen als Transportprozeß gesehen, erscheinen Stationen des Fertigens und des Lagerns als "Innehalten". An ihnen wird das Fertigungsobjekt nur insoweit bewegt, als dies zur Durchführung der beiden Funktionen notwendig ist, wie z.B. das Einspannen in eine Werkzeugmaschine oder das Aufstapeln im Lager. Ein Bewegen, das die Bezeichnung Transport verdient, findet im eigentlichen Sinne nicht statt. Wird der Fertigungsablauf hingegen vorwiegend als Lagerprozeß interpretiert, dann stellen sich Fertigen und Transport als Vorgänge der Veränderung dar,

nämlich im Hinblick auf die Beschaffenheit und den örtlichen Aufenthalt des Fertigungsobjektes, was von der Lagerfunktion nicht behauptet werden kann. Hier ergibt sich ein Berührungspunkt zu Gutenberg, der im Verlaufe seiner Untersuchungen der optimalen Ergiebigkeit der Betriebsmittel den Begriff des "Verfahrens" entwickelt, worunter er allgemein die Betätigung versteht, durch deren Einwirken auf Stoffe ein bestimmtes Ergebnis erzielt werden soll.[35] Unter den Begriff "Verfahren" fällt dann folgerichtig neben der Stoffumformung und Umwandlung auch die "Lageveränderung"[36] der Stoffe. Sieht man davon ab, daß Gutenberg als viertes Verfahren noch die "Meßtechnik"[36] nennt (die, sofern sie Kontrolle ist, logischerweise über allen drei Verfahren stehen müßte und, sofern sie auch Regeln bedeutet als direkter Eingriff, je nachdem, ob Verfahren der Formgebung, Stoffumwandlung oder der Lagebeeinflussung geregelt werden, diesen zuzurechnen ist), so entsprechen die von ihm genannten Verfahren der zielgerichteten Einwirkung den Funktionen Fertigen (Stoffumwandlung und -formung) und Transport, die hier unter dem Ausdruck "Verändern" zu vereinigen versucht wurde.

Eine solche Betrachtungsweise wird auch in der Literatur vorgenommen. Dabei wird dann von dem "Förder-" bzw. "Transportwesen" oder "Lagerwesen" bzw. der "Lagerwirtschaft" des Industriebetriebes gesprochen. Obwohl der Begriffsinhalt dieser Bezeichnungen in der Literatur uneinheitlich ist, sind damit meist die der Durchführung der drei Funktionen zugrunde liegenden Mittel und Tätigkeiten und/oder Organisationen gemeint.[37] So wird z.B. von deren "Aufbau-" und

---

35) Vgl. Gutenberg, E.: a.a.O., S. 86.
36) Derselbe: a.a.O., S. 90.
37) Siehe z.B.: RKW-Auslandsdienst, Heft 3: Innerbetriebliches Förderwesen. Heiner, Heinz-August: a.a.O., S. 15: "Das Förder- und Transportwesen umschließt alle Tätigkeiten und Einrichtungen, die zur Befriedigung von Förderbedürfnissen erforderlich sind." Still, Tom: a.a.O., S. 12: "Der Ausdruck "Förderwesen" nennt ... die Summe aller betrieblichen Einrichtungen, Anlagen und organisatorischen Maßnahmen, die dem innerbetrieblichen Materialtransport dienen." Krippendorff, Herbert: Das Lagern im Betrieb mit besonderer Berücksichtigung praktischer Beispiele aus dem Lagerwesen, vor allem der metallverarbeitenden Industrie. Berlin 1935. Göldner, Jürgen: Aufbauorganisation der industriellen Lagerwirtschaft. Berlin 1960.

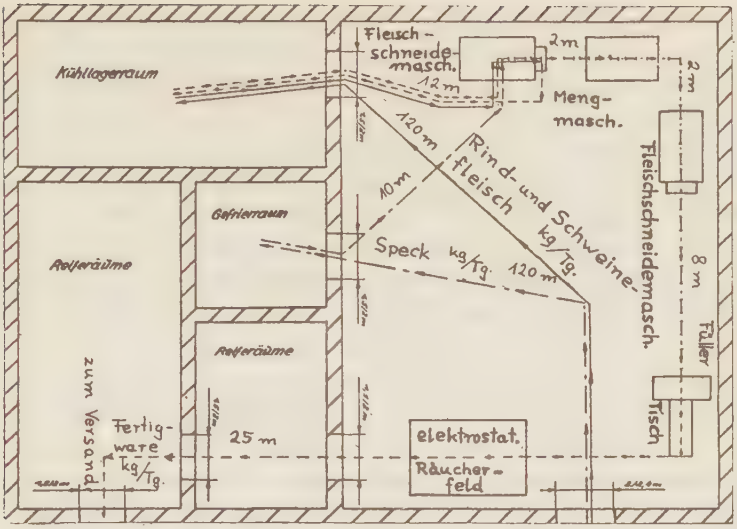


Abb. 6 Produktionsdurchlauf für Roh- und Dauerwurst als Transportproblem gesehen.[38)]

"Ablauf o r g a n i s a t i o n " (Hervorhebung durch den Verfasser) gesprochen.[39)]

Die einseitige Betrachtung und Untersuchung des Transport- und Lagerphänomens im Industriebetrieb erscheint aus Gründen der gedanklichen Analyse angebracht und sinnvoll. Dann reduziert sich der Fertigungsablauf z.B. wie in Abb. 6 zu einem Bewegen bestimmter Mengen in der Zeiteinheit über bestimmte Entfernungen zwischen verschiedenen Fertigungsablaufstationen.

Ebenso ist es möglich, um das Bild abzurunden, den Fertigungsablauf vorwiegend als Fertigungsprozeß zu sehen, wobei dann Lagern und Transport als Vorgänge der Umordnung in Erscheinung treten. Von Umordnung kann in beiden Fällen deshalb

---

38) Aus Bolte, Hans-Joachim: a.a.O., Bd. 4, S. 22.
39) Vgl. Köhler, Dieter: Die Organisation der innerbetrieblichen Materialbewegung. Berlin 1959, S. 5 und Göldner, Jürgen: a.a.O., S. 7.

gesprochen werden, weil einmal das Fertigungsobjekt von einem Ort zum anderen gebracht wird, der Fertigungsablauf aber auch in vieler Hinsicht an den Stationen "Lagern" umgeordnet wird. Letztere Feststellung wird ihre nähere Erklärung in den Ausführungen über Lager im Fertigungsablauf finden.[40)]
Festzuhalten bleibt, daß der Fertigungsablauf vornehmlich als Geschehen nur einer Funktion aufgefaßt werden kann, und daß von solch einer Interpretation des Fertigungsablaufes als Fertigungs-, Transport- und Lagerprozeß her die verbleibenden Funktionen als Umordnen, Innehalten und Verändern interpretiert werden können (s. Abb. 7).

Betrachtung des Fertigungsablaufes als:	Verbleibende Vorgänge treten auf als:			
Transportprozeß			Innehalten	
Fertigungsprozeß		Umordnen		
Lagerprozeß	Verändern			
F u n k t i o n e n	Fertigen	Transport	Lagern	Fertigen

Abb. 7

Bei der praktischen Anwendung der aufgrund der oben geschilderten einseitigen Betrachtungsweise gewonnenen Erkenntnisse ist zu beachten, daß diese Erkenntnisse nur dann zur Verbesserung eines Fertigungsablaufes führen, wenn sie sich mit den Erfordernissen der anderen beiden Funktionen des Fertigungsablaufes vereinbaren lassen. Der Fertigungsablauf ist eben nicht nur ein Problem des Transportes, des Lagerns oder des Fertigens. Durch eine solche Feststellung wird nicht ausgeschlossen, daß bei einem besonders starken, den Fertigungsablauf beherrschenden Auftreten der einen oder anderen Funktion in der Art ihrer Durchführung vermutlich auch die

---

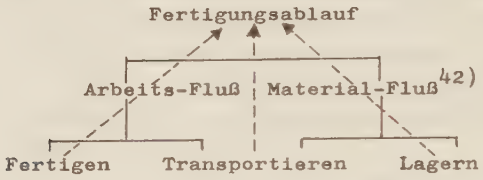
40) Vgl. dazu A. II. 4. und 5.

wichtigsten wirtschaftlichen Verbesserungsmöglichkeiten liegen werden. Das heißt aber nicht, daß die anderen Funktionen vernachlässigt werden können. Zudem bedingt der wechselseitige Zusammenhang der drei Funktionen, daß eine Veränderung bei der Ausführung einer Funktion auch Änderungen bei den anderen notwendig macht und umgekehrt. Diese Interdependenz wird in der Regel zu wenig beachtet. Man verfährt so, als ob Lager oder Transport unabhängig voneinander wie auch unabhängig von der Funktion Fertigen im Betriebe existierten. Natürlich bedürfen sie einer eigenen Organisation und zeichnen sich durch spezifische Tätigkeiten und Mittel aus. Wie diese aber im Einzelfall aussehen, wird bedingt durch den Fertigungsablauf, insbesondere durch die vielfältigen Faktoren, unter deren Einwirkung er Gestalt annimmt.
Anders ist die Sicht bereits, wenn in der Literatur von "Arbeitsfluß" und "Materialfluß" die Rede ist. Ohne hier auf einzelne Autoren eingehen zu wollen[41)], liegt in der logischen Bedeutung dieser Termini, daß sie jeweils das Zusammenspiel zweier Funktionen umschließen. So umfaßt der Begriff "Arbeits-Fluß" Fertigen und Transport und "Material-Fluß" Transport und Lagern. Im ersteren Falle sieht man die Bearbeitung und Weitergabe an und zu den nächsten Stationen

---

41) Vgl. dazu: Böhrs, Hermann: Organisation des Industriebetriebes. Wiesbaden 1963, S. 180 ff. Kirsch, Willy: Zur Ermittlung der Produktionskapazität an Fließstrecken mit vorwiegend manueller Fertigung. Diss. Leipzig 1959, S. 16: "Unter Arbeitsfluß verstehe ich allgemein den räumlichen und zeitlichen Verlauf des Arbeitsvollzuges am Arbeitsgegenstand ..."
Illetschko, Leopold: Innerbetrieblicher Transport und betriebliche Nachrichtenübermittlung. Sammlung Poeschel. Betriebswirtschaftliche Studienbücher, hrsg. v. H. Seischab, Reihe II. Funktionslehren, Stuttgart 1962, S. 9 f.
Kaufmann, Hermann: Die gleislosen Flurfördermittel als Träger des Materialflusses im Industriebetrieb. Diss. Wien 1961, S. 9: "Der Materialfluß im Betrieb setzt sich zusammen aus der Lagerung im Betrieb und dem betrieblichen Innentransport". Heiner, H.-A.: a.a.O., S. 277: "..., daß der Materialfluß Transportieren und Lagern umfaßt".
Bezdecka, Helmut: a.a.O., S. 19.
Anderer Meinung ist Köhler, Dieter: a.a.O., S. 14: "Unter (innerbetrieblicher) Materialbewegung wird die durch technische Hilfsmittel ausgeführte Lagerveränderung aller Stoffe ... innerhalb der Unternehmung verstanden".

und im zweiten Falle den Materialstrom durch den Betrieb, der sich in Transport und Lagerung äußert. Schematisch ließe sich der Zusammenhang der Begriffe Fertigungsablauf, Arbeitsfluß und Materialfluß, ausgehend von den drei Grundfunktionen des Fertigungsablaufes, wie folgt darstellen:



[42]

Abb. 8 Funktionen des Fertigungsablaufes und sein Zusammenhang mit den Begriffen "Arbeits- und Materialfluß"

Die Abbildung wie auch die bisherigen Ausführungen mögen verdeutlichen, daß der industriebetriebliche "Leistungsfluß"[43] nur aus dem Zusammenwirken der Funktionen Fertigen, Transport und Lagern zu verstehen ist und dadurch zustande kommt. Dies soll nicht aus dem Auge verloren werden, auch wenn aus Gründen der Darstellung im Folgenden isoliert zu Problemen des Transports und Lagerns Stellung genommen wird.

II. Das Transport- und Lagerwesen im industriebetrieblichen Fertigungsablauf

In den bisherigen Ausführungen wurden die Vorgänge, Tätigkeiten oder Funktionen Transport und Lagern allgemein und abstrakt behandelt. In den folgenden Abschnitten wird sich die Betrachtung mehr ihrer Durchführung zuwenden.

---

42) Der Begriff erscheint hier verwendbar, obwohl wir ihn für die Bezeichnung des Fertigungsablaufes abgelehnt haben (s.S. 11 Anm. 25), da "ein Fluß gelegentlich auch gestaut werden kann, ohne deshalb seine Eigenart als Fluß zu verlieren". Es "wird durch eine temporäre Lagerung der Materialfluß zwar gehemmt, in seinem Wesen dadurch aber nicht verändert (Bezdecka, H.: a.a.O., S. 20)."

43) Gutenberg, E.: a.a.O., S. 76.

Die Ausführung von Funktionen vollzieht sich nach gesetzten oder gewohnheitsmäßig befolgten Arbeitsnormen und Arbeitsregeln, also im Rahmen einer Organisation. Diese aber wird gestaltet von der Art und dem Inhalt der jeweiligen betrieblichen Transport- oder Lageraufgaben und den zur Erfüllung dieser Aufgaben verwendeten Mitteln[44], in unserem Falle den Transportmitteln und Lagern.
Der Schwerpunkt wird auf der Untersuchung der Aufgaben liegen, die Transportmittel und Lager im Rahmen des Fertigungsablaufes zu erfüllen haben, denn als interdependente Teile eines Ganzen, nämlich des Fertigungsablaufes, können sie auch nur in Bezug auf das Ganze verstanden werden.
Aufgaben und Mitteln gilt die Aufmerksamkeit, während Fragen der Organisation nur am Rande erwähnt werden.

Da diese Untersuchung sich nicht an einem oder mehreren Industriebetrieben orientiert, sondern am Industriebetrieb als solchem, ist eine auf wissenschaftlicher Grundlage beruhende Behandlung der Transportmittel und auch der Lager schwer, weil das breite Spektrum betrieblicher Verhältnisse auch eine ebenso große Zahl von Transport- und Lageraufgaben und deren Lösung nach sich zieht.[45] Es gilt daher zu versuchen, das Feld dieser vielfältigen Möglichkeiten aufzuzeigen, ohne einerseits von den speziellen Verhältnissen weniger Betriebe her zu verallgemeinern und ohne sich andererseits in der Vielfalt möglicher Spielarten zu verlieren.

1. Klärung des Begriffes "innerbetrieblicher Transport"

a) Abgrenzung des Begriffes

Über das, was unter dem Ausdruck "Transport" und besonders auch dem hier im Mittelpunkt stehenden "innerbetrieblichen Transport" zu verstehen ist, gibt es in der Literatur keine einheitliche Vorstellung. Aus diesem Grunde ist es unumgäng-

---

44) Vgl. hierzu Nordsieck, Fritz: Betriebsorganisation, Betriebsaufbau und Betriebsablauf. Sammlung Poeschel. Betriebswirtschaftliche Studienbücher, hrsg. v. Hans Seischab. Reihe 1: Grundlagen, Bd. 8a, Stuttgart 1961, S. 8.
45) Vgl. Müller, Herbert, R.: Das Transportwesen in industriellen Betrieben. 2. ergänzte Aufl., Leipzig 1929, S. 2.

lich, eine kurze Darstellung über Umfang, Inhalt und Zusammenhang der hier verwendeten Terminologie zu geben.
Gemeinhin bedeutet "Verkehr" die Förderung oder den Transport von Personen, Gütern und Nachrichten.[46] Entsprechend dem Gegenstand des Verkehrs ergeben sich die drei Verkehrsarten: Personen-, Güter- und Nachrichtenverkehr. Für Güterverkehr setzt der Sprachgebrauch auch "Transport".
Soweit sich die drei Verkehrsarten im Betriebe und in Abhängigkeit von den dortigen Erfordernissen und Vorgängen abspielen, handelt es sich um den innerbetrieblichen Personen-, Nachrichten- und Güterverkehr. Hat man dabei die Gesamtheit aller Mittel, Vorgänge und ihre Organisation, die einer der drei Verkehrsarten zugehören, im Auge, wird von dem entsprechenden Verkehrs w e s e n gesprochen.

Da nun die Vorgänge insbesondere des innerbetrieblichen Güterverkehrs Fördern und Transportieren genannt und die ihnen dienenden technischen Einrichtungen als Förder- und Transportmittel bezeichnet werden, ergeben sich in logischer Ableitung die Begriffe Förderwesen oder innerbetriebliches Transportwesen, die synonym angewendet werden (s. Abb. 9).
Der Zusatz "innerbetrieblich" in Zusammenhang mit dem Transportwesen erscheint notwendig, weil Transport auch den außerbetrieblichen Güterverkehr impliziert, während der Begriff Förderwesen eindeutig dem Betriebsbereich zugeordnet zu sein scheint.[47]

Ausdrücklich wird diese Abgrenzung des innerbetrieblichen Transports vom Transport allgemein oder vom außerbetrieblichen Transport nur von Ricken und von Stocker vorgenommen.

---

46) Vgl. Dr. Gablers Wirtschaftslexikon. Hrsg. v. Dr. R. Sellien und Dr. H. Sellien, Wiesbaden 1956, Bd. 2, Sp. 3072: Verkehr im engeren Sinne: "Sämtliche Maßnahmen technischer und wirtschaftlicher Art zur Fortbewegung, Ortsveränderung und Raumüberwindung von Menschen, Nachrichten und Gütern ...". Die gleiche Definition gibt Predöhl, Andreas: Verkehr. In: Handwörterbuch der Sozialwissenschaften. 11. Bd., Stuttgart, Tübingen, Göttingen 1961, S. 102.

47) So werden die Ausdrücke Fördern, besonders aber Fördermittel und - Förderer fast ausschließlich im betrieblichen Bereich verwendet, speziell im Bergbau und ihm verwandten Gebieten (z.B. Erdöl-, Erdgasförderung).

Verkehrsarten nach GEGENSTAND	Betriebliche Verkehrsart	Betriebliche Verkehrstätigkeit	Betriebliches Verkehrswesen
Personen-Verkehr	innerbetrieblicher Personenverkehr	Personen-Beförderung oder -Transport	innerbetriebliches Personenbeförderungswesen
Güter-Verkehr (-Transport)	innerbetrieblicher Transport (Güterverkehr)	Fördern oder innerbetrieblicher Güter-Transport	Förder- oder innerbetriebliches Transport-Wesen
Nachrichten-Verkehr	innerbetrieblicher Nachrichtenverkehr	innerbetriebliche Nachrichtenübermittlung oder innerbetriebl. Nachrichtentransport	innerbetriebliches Nachrichten-Wesen

Abb. 9 Terminologie in Verbindung mit dem Begriff "innerbetriebliches Transportwesen".

"Im engeren Sinne wird jedoch der Förderungsbegriff auf eine Güterbewegung mit begrenzten Wegstrecken angewendet (z.B. innerhalb des Fabrikgeländes, vom Schiff auf Eisenbahnwagen bzw. Lagerplätze u.a.m.), während die Förderung von Ort zu Ort oder von Land zu Land mittels Eisenbahnen, Kraftwagen, Schiff oder Flugzeug unter den Begriff Verkehr fällt"[48]. Ähnlich formuliert Stocker: "All materials handling is transportation, and all transportation is materials handling. The latter term however, usually refers to the movement within a plant, mine, warehouse and so forth, rather than to hauls by motor vehicle, railroad or airplane"[49]. Andere Autoren lassen diese begriffliche Abgrenzung nur vermuten, da sie das Adjektiv "innerbetrieblich" verwenden,

---

48) Ricken, Theodor: Fördermittel für Bearbeitungs- und Zusammenbauwerkstätten. München 1949, S. 5.
49) Stocker, Harry E.: Materials Handling, 2nd Edition, New York 1951, S. 1.

was logischerweise auch einen "außerbetrieblichen" Transport voraussetzt. Sie sagen wo sich der innerbetriebliche Transport vollzieht, dadurch daß von "Fördervorgängen innerhalb der Produktionsanlagen eines Betriebes"[50], vom Transport innerhalb des betrieblichen Geschehens[51], "des Betriebes"[52], oder "im Betriebe"[53], bzw. vom Transport, der sich in der "Produktionssphäre"[54] abspielt, gesprochen wird.

Nach dem örtlichen Wirkungsbereich werden hier folgende Begriffe für das jeweilige Transportwesen verwendet:

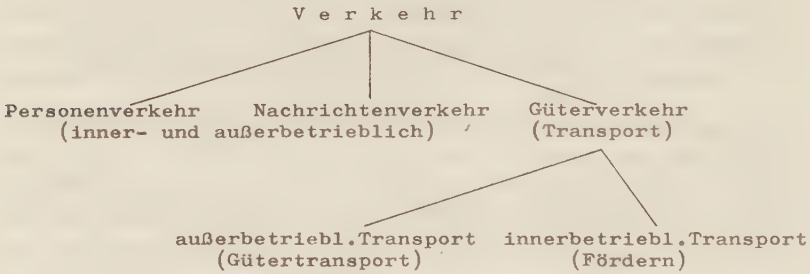


Abb. 10 Differenzierung der Verkehrsbegriffe nach örtlichen Bereichen

Die Ansicht, daß die Ausdrücke "innerbetrieblicher Transport" und "Fördern" für den örtlichen Bereich des Betriebes gelten, wird in dieser Arbeit übernommen.

b) Bereich und Gegenstand des innerbetrieblichen Transports

Allerdings zeigt sich das Problem, wo der innerbetriebliche Transport beginnt, da jeder Betrieb über den außerbetrieblichen Transport am Güterverkehr der Volkswirtschaft teilnimmt.

---

50) Voitl, W.: a.a.O., S. 5.
51) Vgl. Krippendorff, H.: Integrierter Materialfluß, S. 9.
52) Bolte, H.-J.: a.a.O., Bd. 4, S. 1.
53) Mellerowicz, K.: a.a.O., 2. Bd., S. 268.
54) Merbach, Horst: Leitfaden der Analyse des innerbetrieblichen Transports. Berlin 1961, S. 15.

Es ließe sich sagen, daß ein Transportvorgang zum innerbetrieblichen wird, sobald er mit betriebseigenen Transportmitteln vorgenommen wird oder sofern er sich innerhalb der Werkstore abspielt. Dagegen steht aber, daß betriebseigene Transportmittel auch auf öffentlichen Straßen verkehren, z.B. zwischen Betrieb und Güterbahnhof[55]. Zum anderen verkehren auch betriebsfremde Transportmittel (z.B. LKW der Anlieferer) auf dem Betriebsgelände.
Die Kriterien des Besitzes an den Transportmitteln und des Betreibens auf dem Betriebsgelände reichen für eine Abgrenzung nicht aus, sie können sie aber unterstützen. Eine gedanklich einwandfreie Zuordnung läßt sich nur vornehmen, wenn darauf abgestellt wird, ob durch den Transportakt ein produktionswirtschaftliches Transportbedürfnis erfüllt wird oder nicht.
Als innerbetrieblich soll daher nur jener Transport gelten, der sich unter betriebsspezifischen Erfordernissen vollzieht. Darunter wird verstanden, daß Art der Transportmittel, des Transportgutes, Umfang und Häufigkeit der Transporte, ihr räumlicher Verlauf, ihre Arbeitsweise und ihre zeitliche Abstimmung von produktionswirtschaftlichen Gegebenheiten bestimmt werden. Meist wird der innerbetriebliche Transport in der Regie einer eigenen Transportorganisation durchgeführt. Die Grenze zwischen inner- und außerbetrieblichem Transport verläuft damit fließend.
Eindeutig innerbetrieblich ist der Transport innerhalb des eigentlichen Produktionsprozesses. In den Stufen davor und danach, wie z.B. zu den Lagern der Beschaffungs- und der Absatzseite, wird der innerbetriebliche Transport von den Einflüssen des außerbetrieblichen "Beschaffungs-" bzw. "Absatztransportes" überlagert. Zum innerbetrieblichen wird der außerbetriebliche Transport meist dann, wenn er das Werkstor passiert. Das kann auch schon an anderer Stelle geschehen sein, aber zumindest wird augenscheinlich, daß an jener Stelle der innerbetriebliche Bereich mit seinen Regelungen be-

---

55) Hierfür wird der Begriff "Werkverkehr" verwendet. Vgl. Still, Tom: a.a.O., S. 11 ff.

treten oder verlassen wird, und es ist gleich, ob das mit eigenen oder fremden (s. Abb. 11) Transportmitteln geschieht.

Nun ließe sich die Ansicht vertreten, jeder Güterverkehr von und zum Betriebe sei ebenfalls von dessen Produktionswirtschaft verursacht, weil er für deren Aufrechterhaltung einfach notwendig ist. Das ist ohne Zweifel so, aber der Güterverkehr hat sich zum Unterschied vom innerbetrieblichen Transport, der dem "produktionswirtschaftlichen Betätigungsfeld"[56] des Industriebetriebes zugehört und dessen Normen unterliegt, nach anderen Regeln zu richten und nicht in das Betriebsgeschehen einzuordnen.

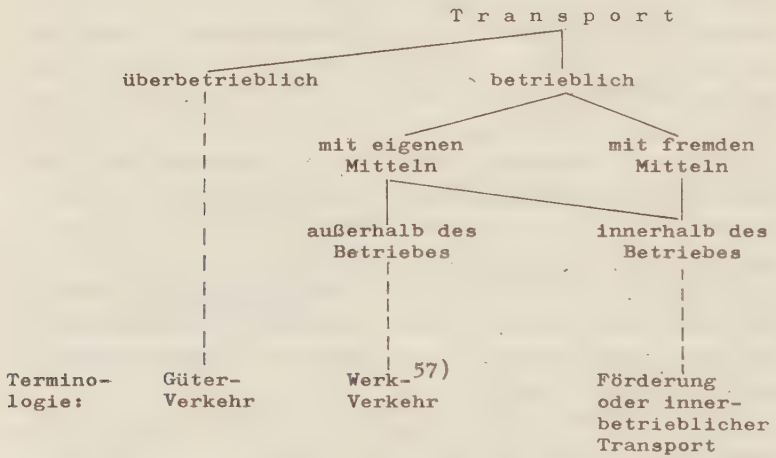


Abb. 11 Kriterien zur Abgrenzung des innerbetrieblichen Transports (58)

Beim innerbetrieblichen Transport handelt es sich um "Förder-

---

56) Schäfer, Erich: a.a.O., S. 170.
57) Vgl. zu diesem Begriff auch Wagon, H. in seinem Beitrag "Zur Erklärung von Grundbegriffen auf dem Gebiet des Transportwesens". In: Beilage zur Zeitschrift "Rationalisierung", Monatsschrift des RKW, Dez. 1952, S. 3.
58) In Anlehnung an Still, Tom: a.a.O., S. 13.

vorgänge"[59], "Ortsveränderungen"[60] bzw. "Stoffbewegungen"[61]. Hingegen kann den Auffassungen der Literatur hinsichtlich dessen, was Objekt der Ortsveränderungen ist, nicht gefolgt werden.

Abzulehnen ist die Ansicht Voitls, daß Nachrichten dazu gehören,[62] und auch die von LeCoutre, der neben der Güter- auch die Personen- und Nachrichtenbewegung nennt[63]. Wie oben auseinandergesetzt, sind das Formen des Verkehrs eigener Art.

Allerdings genügt auch nicht die Ansicht jener Autoren, die von Arbeitsgegenständen, Materialien, Gütern oder Stoffen sprechen.

Die industriebetriebliche Wirklichkeit zeigt, daß nicht nur Materialien bewegt werden sondern auch Arbeitskräfte (z.B. auf dem Montageband stehend oder auf Hebebühnen) und auch Maschinen, Werkzeuge, Meß- und Regelgeräte. Hierbei handelt es sich nicht um seltene Ausnahmen, denn dieses Heranbringen von Arbeitsmaschinen und -gerät ist beim sog. Baustellensystem[64] eine auffällige Erscheinung. Es gibt Beispiele, in denen ein Teil der Fertigungsanlage oder die gesamte Produktionsanlage fortbewegt wird.[65]

Unter der Berücksichtigung dieser Tatsachen erscheint die bisherige in der Literatur vertretene Auffassung zu eng.

Bei extensiver Auslegung der Bezeichnung "Güter"[66], oder der Formulierung daß auch "alle sonst irgendwie für den Produktionsprozeß nötigen Gegenstände"[67] dazu gehören, ließe sich

---

59) Voitl, W.: a.a.O., S. 5.
60) Bolte, H.-J.: a.a.O., Bd. 4, S. 1; Merbach, H.: a.a.O., S. 15; Ricken, Th.: a.a.O., S. 5; Köhler, D.: a.a.O., S. 14; Bezdecka, H.: a.a.O., S. 17.
61) Mellerowicz, K.: a.a.O., 2. Bd., S. 268.
62) Voitl, W.: a.a.O., S. 5.
63) LeCoutre, Walter: Organisations-Lexikon, Berlin 1930, S.176.
64) Vgl. dazu Teil B. I. 1. c).
65) So z.B. beim "Schildvorantrieb" im U-Bahnbau oder bei der "freien Vorbauweise" im Betonbrückenbau, bei der auf einem "Schnabel" ein 45 m langer Vorbauwagen sich von Pfeiler zu Pfeiler schiebt, in dem Brückenplatte und Balken abschnittsweise betoniert werden (Aus: "Tausend Meter freihändig über das Tal der Lenne", Bericht der Tageszeitung "Westfalenpost" vom 11.1.1966, Nr. 8).
66) Ricken, Th.: a.a.O., S. 5.
67) Voitl, W.: a.a.O., S. 5.

eine solche weitgehende Auffassung vermuten, aber die folgenden Ausführungen zeigen dann jeweils, daß das nicht berechtigt ist[68].

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, daß im Rahmen dieser Arbeit als innerbetrieblicher Transport jede Ortsveränderung von Fertigungsobjekten, Arbeitskräften, Fertigungsmitteln und -einrichtungen im Bereich des Betriebes in dessen Regie und nach dessen produktionswirtschaftlichen Erfordernissen verstanden wird.

Die folgenden Ausführungen werden den innerbetrieblichen Transport nicht in seiner vollen Breite zum Gegenstand haben. Das ergibt sich aus der durch das Thema gegebenen Begrenzung. Der innerbetriebliche Transport wird nur insoweit untersucht, als er für den Fertigungsablauf notwendig ist und soweit dieser sich in einem bestimmten Fertigungssystem vollzieht, so daß über die mit dem Fertigungssystem verbundenen ablaufbedeutsamen Charakteristika eine Aussage über die Eigenarten des Transports in den einzelnen Fertigungssystemen gemacht werden kann. Demgemäß entfallen einmal z.B. innerbetriebliche Transporte, die sich in den Lagern vollziehen, sofern sie nicht durch Fertigungsvorgänge ausgelöst sind, sondern Ausfluß der Lagerhaltung bzw. -verwaltung sind. Weiterhin sind z.B. Maschinen- und Materialtransporte aufgrund von Umbauten, Reparaturen, Umlagerungen oder aus organisatorischen Gründen etc. zu eliminieren. Zum anderen wird auch jener Teil des innerbetrieblichen Transports nicht untersucht, der sich zwischen den durch das gleiche oder durch unterschiedliche Fertigungssysteme geprägten Bereichen des betrieblichen Fertigungsablaufes abspielt. Dennoch wird die Frage vielfach am Rande berührt, weil die in einem durch ein einheitliches Fertigungssystem gekennzeichneten Bereiche eingesetzten Transportmittel oft in die anderen Bereiche verbindend hineinwirken. Das geschieht vorwiegend, wenn Ablaufabschnitte gleichen Fertigungssystems sich berühren. Nur in seltenen

68) Eine Ausnahme bildet Merbach, H.: a.a.O., S. 15, der Arbeitsmittel (Maschinen und Werkzeuge) und Personen nennt und daher weitgehend der hier vertretenen Auffassung entspricht. Mellerowicz (a.a.O., 2. Bd., S. 268) erwähnt auch bereits "Maschinen" als Transportgut.

Fällen gibt es Transportmittel, die ausschließlich die Verbindung zwischen Fertigungsabschnitten verschiedener Produktionsmittelanordnung vornehmen, daß also z.B. Hubstapler nur zwischen den Vorwerkstätten und der Montageabteilung tätig werden, ohne gleichzeitig auch für Transportaufgaben innerhalb der einzelnen Werkstätten oder der Montageabteilung eingesetzt zu werden. Der innerbetriebliche Transport wird hier nur untersucht, sofern er sich innerhalb eines durch ein Fertigungssystem einheitlich geprägten Fertigungsablaufes oder Ablaufabschnittes vollzieht, und soweit er unmittelbar dem Fertigungsablauf dient.

2. Transportmittel in herkömmlicher Klassifizierung

Um die Transportaufgaben zu bewältigen, die im Rahmen des Fertigungsablaufes auftreten, ist es notwendig, Transportleistungen zu erbringen. Sie können von den Förderträgern[69] Mensch, Tier und Fördermittel erbracht werden.
Die folgenden Ausführungen werden besonders die Sachmittel des Transportes zum Gegenstand haben. Dabei soll im Verlaufe dieses Abschnittes aus Gründen der Anschauung ein kurzer Überblick über die technischen Spielarten der Transportmittel gegeben werden, soweit es der Zweck dieser Arbeit erfordert.

Die fast unbegrenzte Vielfalt an Transportaufgaben im Industriebetriebe und die zahlreichen technischen Möglichkeiten, sie zu bewältigen, haben zu einem fast unübersehbaren Arsenal an Transportmitteln geführt. Das einzelne Transportmittel seinerseits hat sich wiederum den ganz spezifischen Bedürfnissen und Gegebenheiten des Betriebsgeschehens anzupassen, z.B. den räumlichen Betriebsverhältnissen, dem Gewicht, dem Ausmaß, der Beschaffenheit, der Gleichartigkeit und Transportfähigkeit des Transportgegenstandes, den örtlichen, zeitlichen, mengenmäßigen und technischen Eigenarten des Fertigungsablaufes und der Dauer, Länge und Richtung der Förderung[70].

---

69) Vgl. Heiner, H.-A.: a.a.O., S. 35 f.
70) Vgl. dazu auch Maynard, Harold B.: Industrial Engineering Handbook, New York-Toronto-London 1956, 2nd Vol., S. 179.

Der Reichtum technischer Varianten und besonders ihre Kombination machen es verständlich, daß es eine logisch konsequent durchgeführte, sich nicht konkurrierender Merkmale bedienende Klassifizierung der Fördermittel nach technischen Gesichtspunkten nicht gibt und wohl auch nicht geben kann. Ansätze dazu in der Literatur enden meist in einer bloßen Aufzählung nach technischen Merkmalen. Diesen Mangel zeigen auch die folgenden Beispiele. Dennoch genügen sie dem hier verfolgten Zweck, einen kurzen Überblick in die fördertechnischen Einrichtungen, Vorrichtungen und Geräte zu geben, die unmittelbar der Ortsveränderung dienen. Nicht behandelt werden die Transporthilfsmittel, wie Halteeinrichtungen, Behältnisse und Untersätze[71], weil es nicht Anliegen dieser Arbeit ist, sich eingehend mit der Transporttechnik und ihrer Sachapparatur zu befassen.
Wagon nimmt folgende Einteilung der Fördertechnik[72] vor:

1. Elemente
2. Lastaufnahmemittel
3. Flaschenzüge
4. Winden und Windwerke
5. Aufzuganlagen
6. Laufkrane und Bockkrane
7. Verladebrücken
8. Drehbare Krane
9. Gleislose Flurfördermittel
10. Gleisgebundene Flurfördermittel
11. Hänge- und Schwebebahnen
12. Stetige Förderer (Fließförderer)
13. Kipper
14. Wipper
15. Bagger
16. Absetzgeräte
17. Gleisrückmaschinen
18. Abraumförderbrücken
19. Kabelkrane und -bagger
20. Lademaschinen
21. Gewinnungs- und Lademaschinen
22. Wiegeeinrichtungen
23. Bunkeranlagen
24. Rohrpostanlagen

Gegenüber diesem Vorgehen, das einer bloßen Aufzählung gleich-

---

71) Vgl. dazu Köhler, D.: a.a.O., S. 17; Meyercordt, Walter: Handbuch zur innerbetrieblichen und außerbetrieblichen Transportrationalisierung. Band 1, Behälter und Paletten, Darmstadt 1964; Voitl, W.: a.a.O., S. 23 f.
72) Wagon, H.: a.a.O., S. 5.

kommt, nimmt die folgende Darstellung von Meyercordt[73] ähnlich wie die von Krippendorff[74] eine Zuordnung der Transportmittel unter die Obergruppen Flurfördermittel, Hebezeuge und Stetigförderer vor, ohne dabei erschöpfend zu sein.

F l u r f ö r d e r m i t t e l

I. Motorlose, einfache und handbetätigte Hubgeräte
II. Motorlose, handbetätigte Hubgeräte
III. Motorisch betriebene Hubgeräte mit und ohne Deichselzug
IV. Gabelstapler (Plattformstapler)
V. Fahrsitz-Schlepper
VI. Fahrsitz-Transporter (-Zugkarren)
VII. Fahrstand-Transporter (-Zugkarren)
VIII. Hubtransporter mit Diesel- und Benzinantrieb

H e b e z e u g e

I. Lastkraftwagen-Hubwagen
II. Schnellverlader bzw. mobile Rampenlader
III. Kraftfahrzeugkräne
IV. Von Hand verfahrbare Werkstatt- und Montagekräne (Auslègerkräne)
V. Von Hand verfahrbare Portalkräne (Bockkräne)
VI. Stapelkräne
VII. Stationäre Auslegerkräne
XI. Fahrbare Montagebahnen und Arbeitsplattformen (Steiger)
XII. Mobile und stationäre Hebebühnen für Werkstätten
XIV. Flaschenzüge
XV. Elektrozüge
XVI. Druckluftzug
XVII. Laufkatzen
XVIII. Hebezüge
XX. Hand- und Elektrowinden

S t e t i g f ö r d e r e r

I. Röllchenbahnen
II. Topfrollen und Topfrollenbahnen
III. Rollenbahnen
IV. Bandförderer für Stück- und Schüttgut
V. Schneckenförderer
VI. Schwingförderer
VII. Großförderanlagen

Neben dieser Dreiteilung nimmt sich die Aufgliederung der "Hütte" bereits wesentlich differenzierter aus. Dort werden genannt:[75]

---

73) Meyercordt, Walter: Flurfördermittel, Hebezeuge, Stetigförderer. Handbuch zur inner- und außerbetrieblichen Transportrationalisierung. Darmstadt 1963, Auszug aus dem Inhaltsverzeichnis.
74) Vgl. Krippendorf, H.: Integrierter Materialfluß, S. 71.
75) Auszug aus dem Inhaltsverzeichnis der "Hütte". Taschenbuch für Betriebsingenieure (Betriebshütte), Bd. 2,

I. Gleisförderung

II. Gleislose Flurförderung

a) Handfahrgeräte
b) Flurfördermittel mit Motorantrieb

1. Transportkarren ohne Hubeinrichtung
2. Schlepper
3. Fahrzeuge mit Hub

III. Lastkraftwagen

IV. Krane

1. Krananlagen (feststehende und fahrbare Drehkrane, Laufkrane, Kranbahnen)
2. Hängekrane und Hängebahnen

V. Aufzüge

VI. Stetigförderer

a) Stetigförderer für Schüttgut

1. Becherwerke
2. Kratzerförderer
3. Trogkettenförderer
4. Schneckenförderer
5. Schwingförderer
6. Pneumatische Förderer
7. Hydraulische Förderer

b) Stetigförderer für Schütt- und Stückgut

1. Band- und Gurtförderer
2. Gliederbandförderer
3. Drahtseilförderer
4. Rutschen

c) Stetigförderer für Stückgut

1. Kreisförderer
2. Schaukelförderer
3. Rollenbahn
4. Schleppkettenförderer
5. Schrägstapler
6. Wandertische
7. Drahtseilförderer

Einen anschaulichen Überblick über die Möglichkeiten für die Einteilung der Fördermittel nach technischen Gesichtspunkten bieten die Schemata von Bolte (s. Abb. 12) und Müller (s. Abb. 13) trotz des Mangels, daß sich nicht durchgängig logisch entsprechende Begriffspaare gegenüberstehen (Bolte) oder nicht gezeigt wird, daß ein und dasselbe Fördermittel mehreren Kategorien zurechenbar ist (Müller).

Betrieb, hrsg. v. Akadem. Verein Hütte e.V., 5. Aufl. Berlin 1957, S. X f.

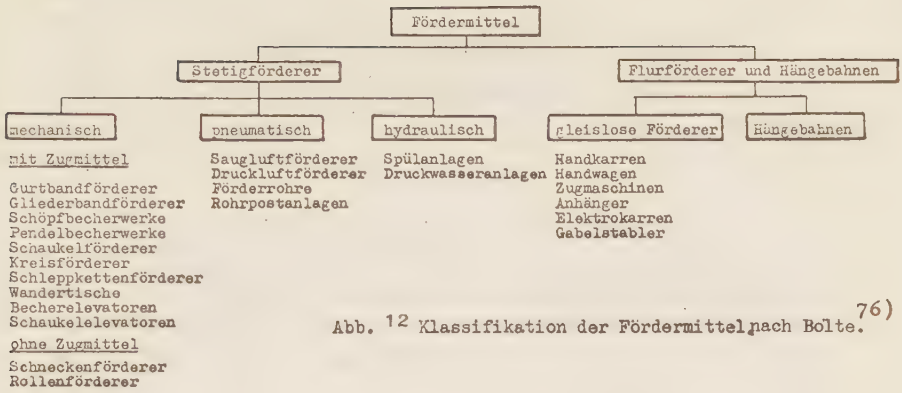


Abb. 12 Klassifikation der Fördermittel nach Bolte.[76]

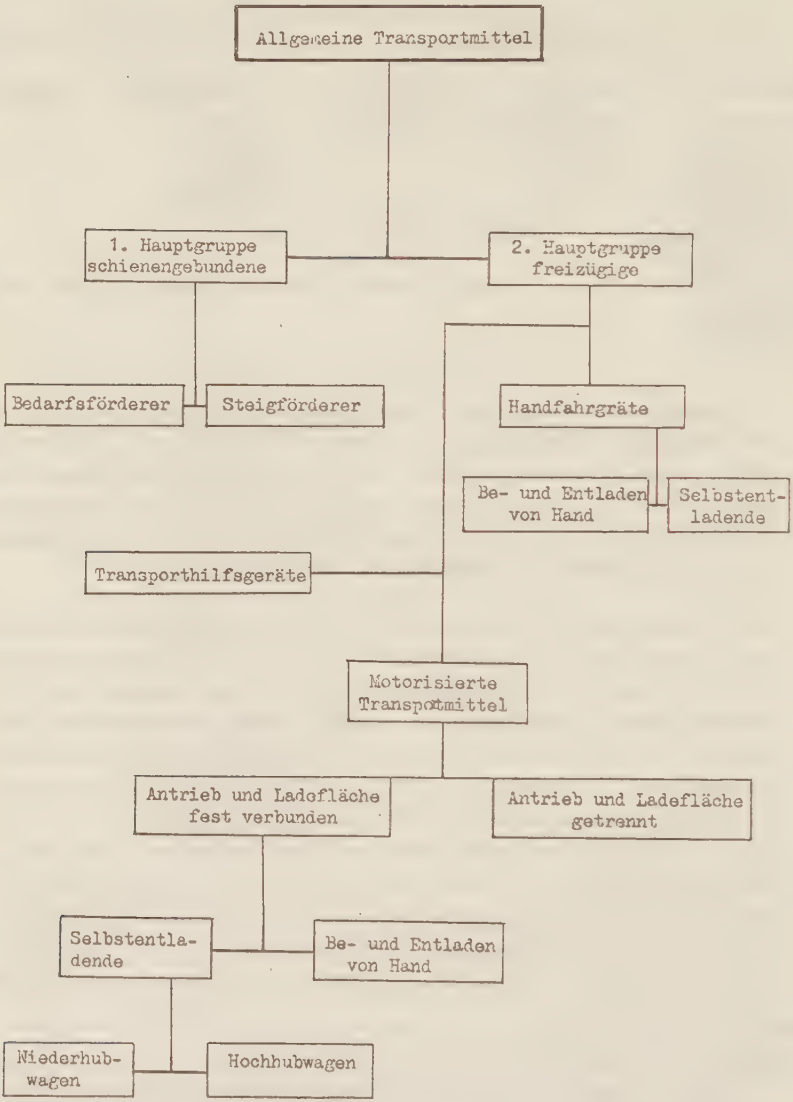
Es ließen sich noch viele Aufteilungen aus der Literatur des Förderwesens anführen, doch genügen diese bereits, einen Überblick über fördertechnisches Gerät zu vermitteln. Hingewiesen sei nur noch auf die Unterteilung nach der die Förderbewegung bewirkenden Antriebskraft. Danach gibt es von Muskel, Maschinen und Schwerkraft angetriebene Fördermittel[77].

Die Rolle, die die Transportmittel bei den durch die verschiedenen Antriebskräfte zustande kommenden Ortsveränderungen spielen, ist sehr unterschiedlich. Grundsätzlich lassen sich drei Erscheinungsformen erkennen. Einmal machen Fördermittel und das auf ihnen befindliche Fördergut gemeinschaftlich die Ortsveränderung durch wie z.B. bei der Verwendung von Gabelstaplern. In anderen Fällen findet nur eine Bewegung des Gutes statt, während das Transportmittel selbst seine Lage nicht verändert, sondern als Förderweg dient, wie das bei Rutschen, Rollenbahnen und Leitungen der Fall ist. Die dritte Möglichkeit in der Ausführung der Förderbewegung besteht in einer Kombination der ersten beiden, indem die das Fördergut tragen-

---

76) Aus Bolte, H.-J.: a.a.O., Bd. 1, S. 5.
77) Vgl. Heiner, H.-A.: a.a.O., S. 40. Eine ähnliche Einteilung nimmt Rahm, Walter: Das Material im Fabrikbetrieb. Stuttgart 1929, S. 24 vor, indem er als Kraftquellen Menschenkraft, mechanische Kraft oder elektrischen Strom und die Schwerkraft nennt.

Abb. 13 Schematische Einteilung der Transportmittel nach Müller.[78)]



78) In Anlehnung an Müller, Klaus: Das gleislose innerbetriebliche Transportwesen in der Industrie. Winterthur 1956, S.3

den beweglichen Teile des Transportmittels auf oder in diesen starren, die Förderbasis und das Fördergefäß bildenden Teil bewegt werden. Das gilt für Schienenbahnen, Hängebahnen, Krane, Kratzerförderer, Becherelevatoren, Laufkatzen usw., die jeweils einen aktiven und einen passiven Teil des Fördermittels aufweisen.

3. Einteilung der Transportmittel im Hinblick auf ihre Rolle im Fertigungsablauf

Alle vom innerbetrieblichen Transport vorzunehmenden Ortsveränderungen dienen dem Fertigungsablauf. Dieser vollzieht sich, wie bereits an anderer Stelle erwähnt, selten an einem Orte und in Form nur einer technischen Operation. Aber selbst in einem solchen Falle sind zumindest Fördervorgänge vor und nach diesem einen Prozeß erforderlich. In der Regel jedoch ist der Fertigungsablauf ein Neben- und Hintereinander von Fertigungsvorgängen und -phasen[79], die in ihrer Aufeinanderfolge von den Fertigungsobjekten durchlaufen und damit zu einer Ablauffolge verbunden werden. Damit wird deutlich, daß der Zweck der Transportbewegungen die Verbindung der Stationen des Fertigungsablaufes ist, durch die er erst zu einem dynamischen Vorgang wird. Der innerbetriebliche Transport fügt die im Rahmen der arbeitsteiligen Zerlegung des Fertigungsablaufes entstandenen Fertigungsablaufstationen aneinander. Diese Verknüpfung, die sich im Fertigungsweg des Fertigungsobjektes zeigt, ist in Betrieben der Individualfertigung (E. Schäfer) ständig neu zu vollziehen, während sie in Betrieben der Massenfertigung, besonders bei der einheitlichen und gleichbleibenden Massenfertigung, langfristiger bestimmt ist.
Die Aufgabe des Förderwesens und seiner Mittel wird in den herkömmlichen Abhandlungen zu einseitig aufgefaßt. Die Wesensart dieser auszuführenden Verknüpfungen ist nicht nur räumlicher Natur, also Transport von Fertigungsobjekten oder -mitteln zu, zwischen und von den Stationen des Fertigungs-

---

79) Zu diesen Begriffen siehe A. I. 3. b).

ablaufes. Ebenso wie der Fertigungsablauf hat auch der innerbetriebliche Transport als dessen Teilvorgang neben den räumlichen auch zeitliche, quantitative und qualitative Aspekte. Der Eindruck eines hauptsächlich räumlichen Vorganges entsteht dadurch, daß sich die zeitlichen, quantitativen und qualitativen Anforderungen, die die Ortsveränderung zu erfüllen hat, gleichzeitig mit ihr erledigen, weil eben Transportobjekte unter dem Gebot der wirtschaftlichen Gestaltung des Fertigungsablaufes in bestimmter zeitlicher Folge, bestimmter Anzahl, Art und Zusammensetzung nach bestimmten Punkten bewegt werden.
Der innerbetriebliche Transport hat also die Funktion, die verschiedenen Stationen des Fertigungsablaufes mit den richtigen Gütern, in der rechten Reihenfolge und Auswahl und zum rechten Zeitpunkt zu versorgen. Der Durchführung dieser Aufgabe dienen die Transportmittel, und daher erscheint es sinnvoll zu versuchen, sie nach Merkmalen zu klassifizieren, die ihren Ursprung in den Erfordernissen haben, die vom Fertigungsablauf her an sie gestellt werden.

a) Grad der Verwendbarkeit für betriebliche Aufgaben

Das Feld der innerbetrieblichen Transportaufgaben ist so vielfältig, daß es kaum vorkommt, daß alle anfallenden Transportaufgaben von einem oder mehreren Transportmitteln derselben Art erledigt werden können. In einfachen produktionstechnischen Verhältnissen ist es jedoch denkbar, daß eine Vielzahl von Transportbewegungen, sofern sie nicht von Menschenhand ausgeführt werden, mit einfachen universell verwendbaren Karren, Wagen oder Rollgestellen usw. durchgeführt wird. Solche Geräte sind als Universaltransportmittel zu bezeichnen.
In der Regel aber ist es technisch nicht mehr möglich, die auftretenden Transportbedürfnisse mit einem oder nur einigen universell verwendbaren Transportmitteln zu befriedigen. Andererseits wird es wirtschaftlich selten zu vertreten sein, jedem speziellen Transportbedürfnis ein eigenes Transportmittel beizugeben. Die Kompromißlösung kann darin bestehen,

die Verschiedenartigkeit der Förderbewegungen zu verringern, so daß ähnliche Transportaufgaben von gleichen Transportmitteln erledigt werden können, oder aber die Transportmittel technisch so zu gestalten, daß sie mehreren Zwecken dienen können. Solche Mehrzweck-Förderer sind zum Beispiel Gabelstapler, Laufkräne, Laufkatzen, verstellbare Rollenbahnen und Bänder.

Wo eine Vereinheitlichung der Transportvorgänge und die Konstruktion von Mehrzweckgeräten technisch oder wirtschaftlich nicht möglich ist, bleibt nur die Verwendung von Spezialtransportmitteln.
Durch den Grad der Spezialisierung wird, wie aus den obigen Ausführungen hervorgeht, nicht die absolute Verwendbarkeit im Hinblick auf alle denkbar möglichen Förderbewegungen charakterisiert. Er bringt lediglich zum Ausdruck, wie weit die Transportmittel relativ, d.h. im Hinblick auf das Spektrum innerbetrieblicher Transportaufgaben eines bestimmten Fertigungsablaufes universell, für mehrere Zwecke oder nur für einen bestimmten Zweck wirtschaftlich einsetzbar sind. Daraus ergibt sich, daß z.B. ein Gabelstapler in einem Betrieb Universaltransportmittel und in einem anderen Spezialtransportmittel sein kann, je nachdem, ob damit fast alle oder nur eine Transportaufgabe bewältigt werden.

b) Spezialisierung auf den Förderinhalt

In welcher Richtung eine Spezialisierung der Transportmittel vorliegt, ist je nach den Umständen unterschiedlich. Es soll versucht werden, einige Hauptrichtungen zu nennen.
Sehr nahe liegt die Spezialisierung auf den Förderinhalt, also auf das Transportgut und auf die von ihm ausgehenden Anforderungen.
Ganz allgemein läßt sich nach der Gestalt der Güter zwischen Transportmitteln für Stück- und Fließgüter unterscheiden.
Der Begriff Fließgut wird hier sehr weit aufgefaßt, indem darunter alle Güter verstanden werden, die in der Fertigung nicht oder streckenweise nicht als eigenständige Einheit auf-

treten. Dazu zählen vor allem Schüttgüter, Flüssigkeiten und Gase[80], denen der Stückcharakter abgeht. Besondere Flüssigkeiten und Gase benötigen speziell wenn es sich um stetige Fertigungsabläufe handelt, ihre eigene Transportmittelart. Gemeint sind Rohre und Leitungen. Häufig werden in ihnen auch Schüttgüter befördert, die - was den Transportvorgang anbelangt - ähnlich fluid sind. Eigenart dieses Transportes unter Anwendung von Saug-, Druck-, Schub-, Zug- und Schwerkraft ist, daß das Transportmittel (gefäßartiger) Förderweg ist, die Bewegung aber vom Fördergut selbst aufgrund seiner Beschaffenheit durchgeführt und ermöglicht wird. Insofern ist die Vorstellung, das Fließgut sei sein eigenes Transportmittel, nicht haltbar. Für die fluiden Güter allgemeiner Art ist das einleuchtend. Schwieriger liegt das Problem im Falle der "zweidimensional konstruktiv"[81] festgelegten Fließgüter. "Hat sich bereits ein fest zusammenhängendes Fließgut gebildet, wie z.B. in der Trockenpartie der Papiermaschine, oder geht man von vornherein von einem fest zusammenhängenden Werkstoff aus, wie beim Drahtziehen, dann ist das Fließgut sein eigenes Transportmittel, dem nur noch über Walzenrollen, Wellen und ähnliche Antriebselemente die für den Transportvorgang erforderliche Energieimpulse zugeführt werden müssen"[82].
Die Energieimpulse erhält das Gut vorwiegend aus fertigungstechnischen Gründen. Sie kommen aber gleichzeitig auch der Transportbewegung zugute und werden häufig auch von den Transportmitteln (Rollen, Wellen) auf das Gut übertragen. Ähnliches geschieht auch bei Stückgütern, die wegen ihrer Festigkeit über Rollenbahnen mit größerem Rollenabstand hinwegbewegt und durch Fertigungszonen gezogen werden können. Ein Fördergut wird nicht dadurch zum eigenen Transportmittel, daß es aufgrund seiner eigenen physikalischen Festigkeit einen Teil der Förderstrecke zu überspannen in der Lage ist - und diese Spannweite ist beim Drahtziehen recht erheblich -, oder nicht durch ein Transportmittel umfaßt und zusammenge-

---

80) Vgl. dazu auch Seite 37 und Riebel, P.: Industrielle Erzeugungsverfahren. Wiesbaden 1963, S. 49.
81) Riebel, P.: Industrielle Erzeugungsverfahren, S. 49.
82) Derselbe, a.a.O., S. 109.

halten zu werden braucht. Das Sachmittel des Transports, auf dem sich das Transportgut befindet und durch das seine Fortbewegung bewältigt und geleitet wird und das Transportgut sind zweierlei. Dieses wird nicht durch seine Beschaffenheit und durch seine Gestalt zum eigenen Transportmittel, wenn sich der Transport dadurch erheblich erleichtert, weil das Gut nur geführt zu werden braucht[83].

Eine Spezialisierung des Fördermittels auf Stückgüter läßt sich häufig schon durch Umrüstung der Greif- oder Haltevorrichtungen vornehmen.
Eine eigenständige Gruppe von Transportmitteln, die sich besonders heraushebt und die sich nicht unter die Transportmittel für Stückgüter einordnen läßt, sind die Transportmittel, die auf die Bewegung von Fertigungseinrichtungen, Maschinen und maschinelle Hilfsmittel spezialisiert sind. Teilweise sind sie ausschließlich für deren Transport bestimmt und verwendbar und in manchen Fällen mit der Fertigungsmaschine verbunden, so daß sie vielfach gleichzeitig auch deren Fertigungsbewegung ausführen. Beispiele hierfür sind Transportmittel zum Umsetzen von Fertigungsmaschinen und Maschinen mit fahrbarem Untersatz wie beim Straßen- oder Gleisbau.
Von großem Einfluß auf die Fördermittel sind die äußeren Dimensionen der Fördergüter, wie Gewicht, Länge, Höhe, Umfang oder ganz allgemein die Sperrigkeit des Gutes. So werden z.B. zum Transport von Brettern, Baumstämmen, Rohrleitungen und Tonnen hochbeinige Fahrzeuge (Straddle Tracks[84]) verwendet, die zwischen ihren "Beinen" die Lasten tragen.

Weitere Bestimmungsfaktoren für die Transportmittel sind die Empfindlichkeit (z.B. gegen Erschütterung, Feuchtigkeit, Abkühlung etc.) und die chemisch-physikalische Aktivität und Beschaffenheit des Fördergutes (z.B. bei Säuren, Schmelzen, verflüssigten Gasen).[85]

---

83) Vgl. Hinsel, D.: a.a.O., S. 143.
84) Vgl. "The Materials Handling Case Book". Edited by L.K. Urquhard and C.W. Boyce, Mc Grawhill Book Company, New York 1951, S. 364 f.; Hamann, Walther: Moderne Transporteinrichtungen in den Vereinigten Staaten. Wien 1952, S.93.
85) Vgl. dazu auch Mellerowicz, K.: a.a.O., 2. Bd., S. 270.

c) Spezialisierung auf Zusatzaufgaben

Neben der Spezialisierung auf den Förderinhalt steht die Ausrichtung der Fördermittel auf bestimmte Nebenaufgaben, die außer dem Transport zu erfüllen sind.
Die eigentliche Aufgabe ist es, als Transportmittel zu dienen. Aber nicht immer sind die Sachmittel des Transportes nur Fördermittel. Vielfach treten Nebenaufgaben hinzu, was so weit gehen kann, daß das ursprüngliche Transportmittel vorwiegend anderen Zwecken dient. Hierher gehören die Fälle, in denen es als Lagerort genutzt wird, wie z.B. bei gleitenden Puffern auf Rollenbahnen[86] oder Zwischenlagern an Hängeförderern. Nicht selten findet das Transportmittel als Fertigungsort Anwendung. So schreibt eine englische Studienkommission: "In einer modernen Automobilfabrik sah die Abordnung große Plattenbandförderer, die eine Fließbandproduktion ermöglichten. Hier begleiteten die Arbeiter für die kurze Zeit der von ihnen zu leistenden Arbeit auf dem Förderband stehend das Arbeitsstück und kehrten dann an ihren eigentlichen Platz zurück, um das gleiche zu wiederholen".[87]
Bei Fertigungsobjekten größeren Ausmaßes, z.B. bei Flugzeugen, befinden sich die Arbeiter, Werkzeuge und Geräte auf verschiebbaren Hebebühnen. Aber auch beim Zustandekommen von chemischen oder physikalischen Vorgängen in oder auf dem Fördermittel ist es als Fertigungsort anzusehen.
Eine Nebenaufgabe anderer Art erfüllen die Fördermittel als Regeler des Rhythmus und der Geschwindigkeit des Fertigungsablaufes. So werden Arbeitsgeschwindigkeit und -dauer von Mensch und Maschinen bestimmt. Dies geschieht, indem das Transportmittel (meist ein Förderband) eine bestimmte Strecke in einer bestimmten Zeiteinheit passiert oder aber in festgelegten Intervallen weiterrückt. Die Taktierung der Arbeitsgeschwindigkeit gilt meist der menschlichen Arbeitskraft, die neben oder auf dem Fördermittel arbeitet. Es können gleiche und auch verschiedenartige Arbeitsgänge an

---

86) Siehe Abb. 20 auf S. 54.
87) RKW-Auslandsdienst, Heft 3, a.a.O., S. 27.

oder auf ihm ausgeführt werden. Werden gleiche Arbeitsgänge am Band erledigt, liegt lediglich Mengenteilung vor, wie "z.B. beim Füllen von Schachteln mit zahlreichen gleichen Gegenständen durch mehrere Personen"[88]. Auch Maschinen und Apparate können taktiert werden, wenn Transportmittel an ihnen vorbei oder durch sie hindurch laufen und die Güter auf den Transportmitteln sie über Kontaktvorrichtungen in Tätigkeit setzen. Möglich ist aber auch, daß ein getaktetes Band an den Maschinen vorbeiläuft, von dem Arbeiter Teile herabzunehmen und in die Maschinen einzulegen haben.

Die Aufgabe, den Rhythmus und im weiteren Sinne die Geschwindigkeit des Fertigungsablaufes zu bestimmen, wird also vielfach - sofern diese beiden nicht umgekehrt den Transportmitteln durch die Fertigungsstationen vorgeschrieben werden - den Fördermitteln übertragen. In jenen Fällen, in denen fluide Güter verarbeitet werden, wird die Durchlauf- bzw. Durchflußgeschwindigkeit des Transportgutes durch das Transportmittel bestimmt und damit auch die Geschwindigkeit des Fertigungsablaufes durch das Transportmittel. Voraussetzung dafür ist, daß solch ein stetiger Fertigungsablauf sich nicht aus regelmäßig intermittierenden Einzelvorgängen zusammensetzt, sondern aus kontinuierlich arbeitenden, die sich sowohl im zeitlichen Sinne als auch von der Transportbewegung her[89] zu einem stetigen Fertigungsablauf zusammenfügen. Nicht selten zeigt sich hier zwischen der vom Fördermittel geregelten Fertigungsablaufgeschwindigkeit und dem Fertigungsergebnis eine enge Beziehung (z.B. bei der Draht- und Papierherstellung, bei chemischen Verfahren mit festliegender Reaktionsgeschwindigkeit und bei der Drahtverzinkung).

Verbunden mit einer so engen zeitlichen Abstimmung, wie sie bei der Taktierung oder Regelung der Geschwindigkeit des

---

88) Vgl. Hennig, Karl Wilhelm: Betriebswirtschaftslehre der industriellen Fertigung. Braunschweig 1946, S. 58.

89) Zum Unterschied zwischen der zeitlichen Lückenlosigkeit des Fertigungsablaufes und der Stetigkeit der Transportbewegung siehe Seite

Art	Fördersystem	Skizze	Bemerkungen
a	Einzelförderer, der Abfuhrstrang jeder Maschine ist gleichzeitig Zufuhrbahn für die Maschine	Rutsche; Beispiel: Drehbänke	Erfordert eine verhältnismässig dichte Aufstellung der Maschinen. Nur für kleine leichte und nicht empfindliche Werkstücke geeignet
b	1 Förderstrang, ein oder mehrere Förderer und Maschinen in einer Reihe hintereinander	Beispiel: Presse; Bohrmaschine	Nur anwendbar, wenn wenig einzelstehende Maschinen bezw. -gruppen in der Linie (z.B. im Zusammenbau)
c	siehe b, jedoch Verwendung von Schrägförderern	Beispiel: Automaten mit Magazinzuführung	
d	1 Förderstrang, Maschinen auf beiden Seiten od. einer Seite des Förderers aufgestellt	beliebige Maschinen	Der geradlinige Förderstrang kann durch einen ellipsenförmigen (s. Abb. 6) ersetzt werden.
e	2 Förderstränge, Maschinen dazwischen aufgestellt	beliebige Maschinen	Nur für Hängebahnen geeignet, da sonst Arbeitsplätze schwer zugänglich. Versäumte Stücke kehren zurück. Förderer dieser Form auch bei d anwendbar.
f	1 Förderstrang, läuft durch Maschinen hindurch	Beispiel: Presse; Bad; Ofen; Klebmaschine; Füllmaschine	Erfordert in der Regel Um- bezw. Neuhanstruktionen

Abb. Mögliche Formen der räumlichen Integration von Fertigungsstationen durch Transportmittel nach Mäckbach. 90)

Fertigungsablaufes vorliegt, ist gleichzeitig auch eine enge räumliche Verknüpfung von Fertigungs- und Lagerstationen durch die Transportmittel. Diese räumliche und zeitliche Integration der Stationen des Fertigungsablaufes setzt meist eine starke Vereinheitlichung des Förderinhaltes voraus.
Damit ist bereits die weitestgehende und umfassendste Zusatzaufgabe der Transportmittel berührt.
Es war bereits festgestellt worden, daß durch Transportvorgänge

---

90) Aus Mäckbach, Frank: Fließarbeit - Beiträge zu ihrer Einführung. Berlin 1926, S. 138.

ganz allgemein eine funktionale Verknüpfung der am Fertigungsablauf beteiligten Stationen bewirkt wird. Darüber hinaus können sie aber noch die bewußt gezielte Verwendung finden, die Fertigungsstationen fest untereinander zu verbinden und auch zeitlich in ihrem aufeinanderfolgenden Zusammenwirken miteinander zu verknüpfen. In diesem Falle sind die Fertigungs- und Lagerstationen über die Transportmittel räumlich und zeitlich integriert.[91] Eine solche integrale Verknüpfung mit Hilfe der Transportorgane kann unterschiedlicher Art (räumlich (s. Abb. 14) und/oder zeitlich), unterschiedlicher Intensität (lose bis eng) und Dauer (kurzzeitig bis ständig) sein.
Ihre höchste Form erreicht die Integration mit Hilfe der Transportmittel, wenn der Transportvorgang gleichzeitig noch einem Fertigungs- oder Lagervorgang dient, wenn also die Funktionen Transport und Fertigen oder Lagern in einer Anlage vereint sich gegenseitig durchdringen.[92]

d) Wirkungsbereich der Transportmittel

Struktur, räumlicher und zeitlicher Verlauf des Fertigungsablaufes zeitigen vielfältig geartete Transportaufgaben, denen sich die Transportmittel zu stellen haben und die daher in der Regel nur für begrenzte Bereiche des Fertigungsablaufes verwendbar sind, in denen dieser seinen Charakter nicht ändert. Vielfach stimmen diese Bereiche bereits überein mit jenen Abschnitten, in die mehr oder weniger stark ausgeprägt jeder Fertigungsablauf eingeteilt ist: die Vorphase der Zu-, Vor- und Aufbereitung der Einsatzstoffe, die Kernphase ihrer eigentlichen Be- und Verarbeitung und die Schlußphase der Herauslösung aus der Fertigung mit den letzten Vorgängen der Fertigstellung, Komplettierung und Überprüfung sowie dem Bereitmachen für den Absatzmarkt.
Trotz dieser und häufig noch weitaus stärkeren Unterteilung

---

91) Vgl. Riebel, P.: Industrielle Erzeugungsverfahren, S. 98 und 103.
92) Vgl. A. II. 6. b) bb).

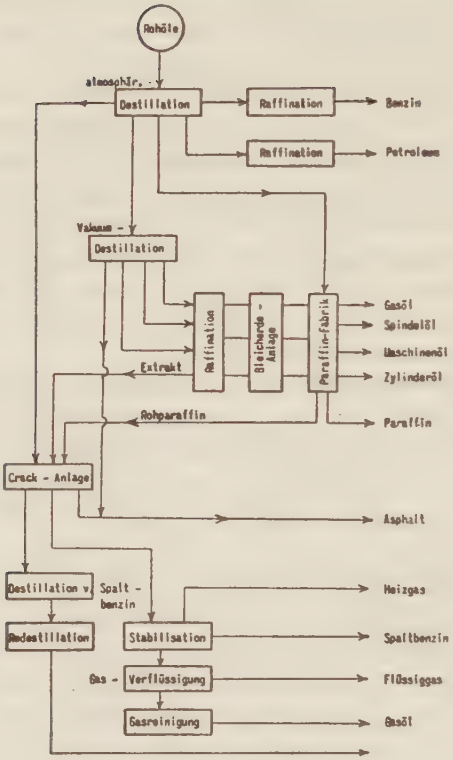


Abb. 15 Schematische Darstellung zu einem Transportsystem vereinigter, spezialisierter Transportmittel (-leitungen) in einer Raffinerie [93)]

des Fertigungsablaufes lassen es manche betrieblichen Verhältnisse zu, daß ein oder mehrere gleichartige Transportmittel die an jeder Stelle auftretenden Transportaufgaben erfüllen.

---

93) Aus: Heiner, H.-A.: a.a.O., S. 105.

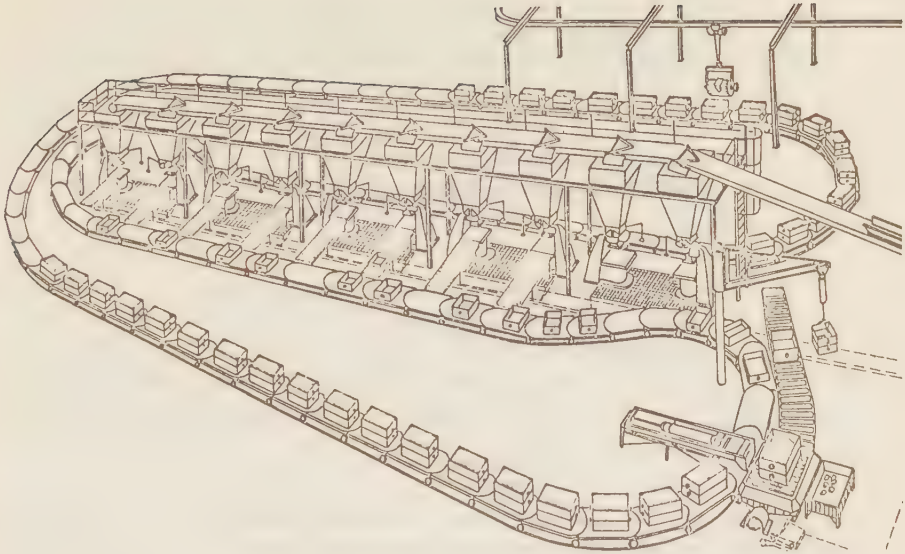
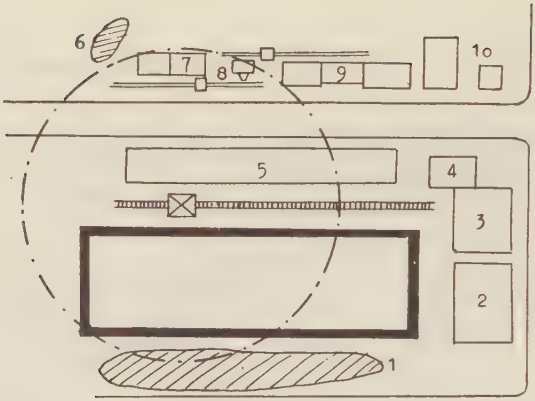


Abb. 16 Einheitliches, den gesamten Fertigungsablauf durchziehendes Transportmittel in einer Gießerei. 94)

Ihr räumlicher Wirkungsbereich umfaßt daher den gesamten Fertigungsablauf. Daß ein freizügiges Transportmittel den gesamten Weg des Erzeugnisses mitgeht, kommt praktisch nicht vor, weil aus wirtschaftlich-organisatorischen Gründen, z.B. um das Transportmittel während des Fertigungsganges nicht warten zu lassen, kleinere Transportbereiche gebildet werden. Auch dort, wo die Förderanlage aus einem einheitlichen Rohrsystem besteht, gibt es zwischen den einzelnen Stationen Verbindungs-, Zu- und Ableitungsrohre mit unterschiedlichem Förderinhalt und mit Antriebssystemen unterschiedlicher Leistung

---

94) Aus: Gesell, W. und W. Riege: Materialfluß in Gießereien, Düsseldorf 1957, 2. Teil, S. 90.



1 Aushub
2 Zimmerplatz
3 Eisenplatz
4 Magazin
5 Steinstapel
6 Sand
7 Kalk u. Zement
8 Mischer
9 Zuschlagstoffe
1o Baubuden

Abb. 17 Den gesamten Fertigungsablauf beherrschendes Transportmittel auf einer Baustelle.[95)]

(s. Abb. 15), so daß auch hier nicht in jedem Falle von einem einheitlichen, den gesamten Fertigungsablauf durchziehenden Transportmittel gesprochen werden kann, obwohl ein einheitliches und geschlosssenes Transport s y s t e m vorliegt.

Die Möglichkeit dafür besteht am ehesten in Betrieben geringer Produktionstiefe und mit Einstrangfertigung (E. Schäfer) (s. Abb. 16).

Ein sehr deutliches Bild von einem Transportmittel, das den gesamten Fertigungsablauf beherrscht, bietet Abb. 17. Der Wirkungsbereich des Auslegerkranes ist die gesamte Baustelle, so daß fast alle Fördervorgänge durch ihn getätigt werden.

Wie oben bereits erwähnt, ist der Wirkungsbereich der Förder-

---

95) Nach Martin Mittag und Friedrich Voss: Baubetriebslehre. Gütersloh 1957, S. 192.

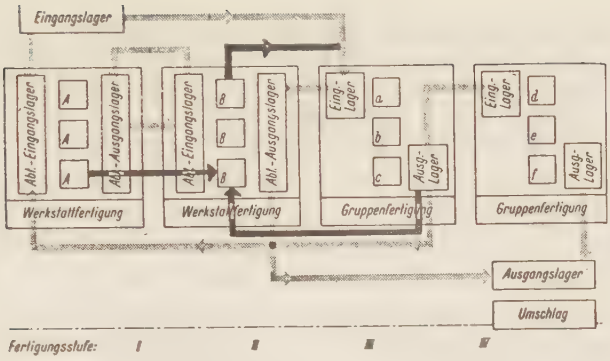


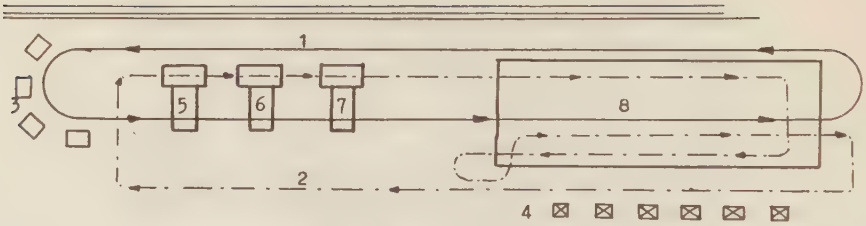
Abb. 18 Möglichkeiten der Förderung zwischen Bereichen des Fertigungsablaufes.[96]

mittel in der Regel auf kleinere Bereiche beschränkt. Neben wirtschaftlich-organisatorischen Gründen liegt die Ursache dafür auch darin, daß der aus einer Vielzahl von Stationen bestehende Fertigungsablauf sich technologisch in Unterabschnitte gliedert, die jeweils eine Reihe von Fertigungsablaufstationen umfassen. Da sie im allgemeinen nicht mit einer entsprechenden räumlichen Abgrenzung einhergehen, wird die Bezeichnung "Abteilung", die zudem noch aus den produktionstechnischen Verhältnissen bestimmter Industrien herrührt, hier nicht verwendet. Statt dessen wird neutraler von Abschnitten, Stufen, Bereichen oder Phasen des Fertigungsablaufes gesprochen; besonders auch im Hinblick auf die Eigenarten der chemischen Industrie.[97]

Die Fertigungsabschnitte bilden mehr oder weniger stark voneinander abgegrenzte Einheiten, deren funktionales Zusammenwirken ein Tätigwerden der Fördermittel zwischen den Bereichen notwendig macht. Dieser Fördervorgang kann sich zwischen folgenden Stationen zwei aneinanderstoßender Stufen abspielen:

---

96) In Anlehnung an Still, Tom: a.a.O., S. 38.
97) Vgl. dazu auch Seite 12.



1 Hängebahn für sperrige Teile
2 Hängebahn für Kleinteile
3 Pressen und Stanzen für Großteile
4 Pressen und Stanzen für Kleinteile
5 Waschbehälter
6 Abtropfbehälter
7 Farbbehälter
8 Mehrbahniger Trockenofen

Abb. 19 Innerhalb und zwischen den Fertigungsstufen (Stanzen-Pressen, Lackieren, Trocknen) tätige Transportmittel.[98)]

a) zwischen Lagerstationen der beteiligten Bereiche
b) zwischen der Lagerstation des vorhergehenden und der Fertigungsstation des folgenden Bereiches
c) zwischen der Fertigungsstation des vorhergehenden und der Lagerstation des folgenden Bereiches
d) zwischen den Fertigungsstationen der beteiligten Bereiche

Diese Möglichkeiten sind in Abb. 18 veranschaulicht.

In der Praxis zeigt sich, daß Transportmittel, die überwiegend zwischen den Fertigungsablaufabschnitten eingesetzt sind, häufig auch zur Förderung innerhalb eines Fertigungsbereiches Verwendung finden. Umgekehrt übernehmen andere, die vornehmlich innerhalb eines Abschnittes ihr Wirkungsfeld haben, Förderaufgaben zwischen den Bereichen (s. Abb. 19).

---

98) In Anlehnung an Pentzlin, Kurt: Rationelle Produktion, Gera 1945, S. 236 f.

Aufgabe der innerhalb eines Fertigungsabschnittes zuständigen Fördermittel ist es, die dortigen Stationen des Fertigungsablaufes zu verbinden. Auch dabei werden Fertigungsstellen unmittelbar ohne Einschaltung von Zwischenlagern in Beziehung gebracht. Trotz der Ähnlichkeit mit dem Beispiel c) beim Transport zwischen den Bereichen liegt der Unterschied darin, daß dort jeweils in sich abgegrenzte Phasen des Fertigungsablaufes zu verknüpfen waren. Beim Transport innerhalb eines Abschnittes gilt es, einzelne Vorgänge der Fertigung und Lagerung zu verknüpfen, nicht aber fertigungstechnisch in sich geschlossene Fertigungsstufen.
Transportmittel, die ihren Wirkungsbereich innerhalb eines bestimmten Fertigungsabschnittes haben, können

a) dem gesamten sich dort abspielenden Fertigungsablauf dienen oder
b) nur zwischen einzelnen Stationen desselben tätig sein.

Ersteres ist zum Beispiel gegeben, wenn in einem Betrieb für Schwermaschinenbau der Bereich für das Hobeln und Drehen schwerer Teile durch einen Laufkran bedient wird oder wenn die Montagestufe von einem Montageband durchlaufen wird. Bei der Tafelglasherstellung gibt es für die Phase Ziehen, Abkühlen und Abschneiden nur den mit Walzen bestückten Ziehschacht. Die Transportanlage stellt hier gleichzeitig den Hauptteil der Fertigungsanlage.
Neben diesen, dem gesamten Fertigungsabschnitt dienenden Fördermitteln gibt es (Fall b) solche, die nur einer Anzahl von Einzelvorgängen des betreffenden Fertigungsabschnittes zugeordnet sind. Das gilt z.B. für freibewegliche Einzelfördermittel, die zwischen bestimmten Stationen verkehren, und für Bänder oder ähnliche Fördermittel, die zwischen oder neben einigen Stationen des Fertigungsablaufes angeordnet sind (s. Abb. 20). Ihr Wirkungsbereich kann bestenfalls fast den gesamten Fertigungsabschnitt und mindestens das Ablaufgeschehen zwischen zwei Stationen umfassen. Dazwischen liegt eine ganze Skala von Möglichkeiten

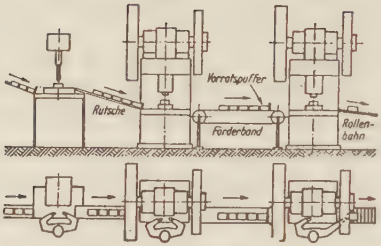


Abb. 20 Fördermittel, deren Wirkungsbereich zwischen einzelnen Ablaufstationen liegt. [99]

des Umfanges, in dem Transportmittel in den Fertigungsablauf eingeschaltet sind.

Den von der Aufgabe her und räumlich meist auch geringsten Wirkungsbereich haben Fördermittel, die den Transportbedürfnissen nur einer Station des Fertigungsablaufes zur Verfügung[100] stehen. Dabei wird es sich fast immer um Sachmittel handeln, die Transportaufgaben an einer Fertigungs- oder Lagerstelle erfüllen. Hierzu zählen Flaschen- und Elektrozüge, Schwenkkrane (s. Abb. 21), Hubwagen, die der Bedienung oder Umrüstung von Fertigungsmaschinen dienen, weiterhin z.B. Aufzüge, Bänder oder freibewegliche Transportmittel zur Beschickung von Öfen, Mischmaschinen und ähnlichen Anlagen, sowie Fördermittel in Lagern z.B. zum Aufstapeln von gefüllten Säcken, Baumwoll- und Kunststoffballen, Eisenbahnschwellen, Steinen, Eisenbahnschienen, Röhren etc. an einer Stelle. Solche in ihrem Wirkungsbereich auf einen ganz bestimmten Vorgang beschränkte Transportmittel sind nicht selten auch so stark auf ihn spezialisiert, daß sie anderweitig nicht verwendbar sind.

---

99) Aus die "Hütte". Taschenbuch für Betriebsingenieure (Betriebshütte), Bd. III, Fertigungsbetrieb, hrsg. vom Akadem. Verein, Hütte e.V., Berlin-München 1965, S. 983.

100) z.B. einem "Arbeitsplatzbereich" (Köhler, D.: a.a.O., S. 42).

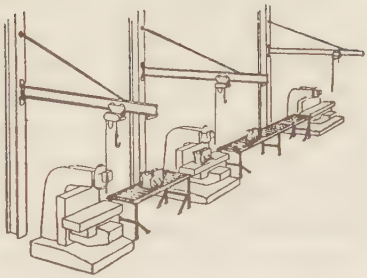


Abb.21 Schwenkkrane, deren Wirkungsbereich auf einen ganz bestimmten Ablaufvorgang begrenzt ist.[101)]

e) Beschickbarkeit der Transportmittel

Nicht nur die Frage, welchen Bereichen bzw. Stationen des Fertigungsablaufes Transportmittel dienen, ist von Bedeutung, sondern auch die Frage, wie es um die Bereitschaft bestellt ist, auftretende Förderaufgaben sofort durchzuführen. Die Beschickbarkeit läßt grundsätzlich drei unterschiedliche Ausformungen erkennen:

a) ständig beschickbare Transportmittel
b) zeitweilig beschickbare Transportmittel
   1. periodisch beschickbar
   2. aperiodisch - auf Anforderung - beschickbar

Welche Form der Beschickbarkeit für bestimmte Fertigungsabläufe oder Teile desselben angemessen ist, hängt davon ab, wie der Fertigungsablauf geartet ist. Wird das Sachmittel des Transportes im Rahmen des Fertigungsablaufes zu Förderzwecken verwendet, sind von besonderem Einfluß die Häufigkeit, die Gleichartigkeit hinsichtlich des Inhaltes und des Weges der Förderbewegungen und das Ausmaß der Wiederholung in gleicher oder ähnlicher Form. Eine noch engere Verbindung zwischen der Beschickbarkeit des Fördermittels und dem Fertigungsablauf ergibt sich, sofern es außer der reinen Transportbe-

---

101) Aus RKW-Auslandsdienst, a.a.O., Heft 3, S. 27.

wegung noch Nebenaufgaben als Taktierungs- und Integrationsmittel auszuführen hat[102].
Die Einteilung der Fördermittel nach ihrer Beschickbarkeit ist insofern umfassender und wird der Rolle, die diese im Rahmen des Fertigungsablaufes zu spielen haben, gerechter, als sie nicht lediglich auf die Art abstellt, wie das Fördermittel betrieben wird bzw. wie die Förderbewegung abläuft[103]. Daß beide Klassifikationen nicht identisch sind, zeigt die Gegenüberstellung in Abb. 22.

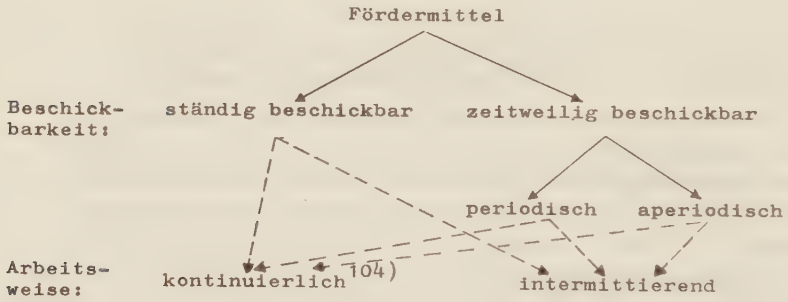


Abb. 22 Beziehungen zwischen Beschickbarkeit und Arbeitsweise der Fördermittel

Ständig verfügbare Transportmittel können sowohl kontinuierlich als auch intermittierend betrieben werden. Es sind z.B.

---

102) Siehe dazu die Ausführungen unter A. II. 3. c).
103) Vgl. Heiner, H.-A.: a.a.O., S. 41; Köhler, D.: a.a.O., S. 16 f.
104) Wie bei Wagon (a.a.O., S. 4 ff.) so wird auch bei anderen Autoren statt von kontinuierlichen von stetigen Transportmitteln gesprochen. Da zu ihnen auch Rollenbahnen und Rutschen gezählt werden, die durchaus nicht immer kontinuierlich fördern, z.B. bei Stückguttransport, kann mit "stetig" nur stetige Beschickbarkeit des Transportmittels gemeint sein. Eine Ausnahme hiervon machen H. Aumund und H. Knaust (Hebe- und Förderanlagen. Ein Lehrbuch für Studierende und Ingenieure. Dritte, neubearbeitete Aufl., Berlin 1950, S. 18 ff.), die unter dem Begriff "Dauerförderer" wirklich nur Fördermittel aufführen, die oder deren bewegliche Teile kontinuierlich arbeiten.

ein getaktetes Band, ein Elektrozug am Arbeitsplatz, ein Aufzug zum Beschicken einer Mischanlage und eine Rohrleitung ständig verfügbar, sie werden aber dennoch intermittierend betrieben.
Ein intermittierend arbeitendes Fördermittel kann aber auch periodisch beschickbar sein, wenn z.B. Fahrplanverkehr[105] durchgeführt wird, so daß das Transportmittel in fest geregelten Zeitabständen beschickt werden kann. Aperiodische Verfügbarkeit des Fördermittels ergibt sich, wenn diese auf Abruf oder Anordnung beschickbar gemacht werden.
Andererseits kann ein kontinuierlich betriebenes Transportmittel in Form eines Hängeförderers ständig, periodisch oder aperiodisch beschickbar sein.
Für das Zustandekommen des Fertigungsablaufes ist es bedeutsamer, daß eine Förderbewegung sofort mit ihrem Notwendigwerden ausgeführt werden kann, als daß das Transportmittel oder die Förderbewegung kontinuierlich oder diskontinuierlich arbeiten bzw. ablaufen. Wichtig ist es, immer dann einen Transportakt vornehmen zu können, wenn es der Fertigungsablauf erfordert. Liegen keine technologischen Zwänge vor, so läßt sich häufig unter Zugrundelegung wirtschaftlicher Gesichtspunkte zwischen kontinuierlicher und intermittierender Arbeitsweise der Fördermittel wählen.

f) Räumliche Festlegung der Transportmittel

Der Fertigungsablauf als dynamischer Vorgang bestimmter inhaltlicher Struktur und räumlicher wie zeitlicher Ausprägung kann seine Form laufend, in kürzeren und längeren Zeiträumen ändern. Das hängt insbesondere von der Art und der Zusammensetzung des Produktionsprogrammes ab, denn durch das "Was" wird weitgehend auch das "Wie" der Fertigung und damit auch der Fertigungsablauf bestimmt.
Je nach der Eigenart des Betriebes können solche Änderungen hinsichtlich des Inhalts der Fertigung in kürzeren oder

---

105) Vgl. Still, Tom: a.a.O., S. 59; Müller, Klaus: a.a.O., S. 19.

längeren Zeitabständen und in unterschiedlichem Ausmaße notwendig sein. Für den innerbetrieblichen Transport bedeutet das, daß sich bezüglich des Förderinhaltes und -weges, der Förderrichtung, -entfernung, -häufigkeit und -geschwindigkeit ebenfalls Änderungen ergeben.

Diese Abhängigkeit des innerbetrieblichen Transportes vom Fertigungsablauf bedeutet nicht grundsätzlich aber doch tendenziell, daß mit zunehmender inhaltlicher Beständigkeit des Fertigungsablaufes die Neigung besteht, auch den Transportverbindungen eine entsprechende Dauerhaftigkeit zu verleihen, indem man sie räumlich festlegt.
Nach den Umfang, in dem das geschieht, lassen sich drei Formen unterscheiden:

a) Dauernd festgelegte oder ortsfeste Fördermittel (Förderanlagen)
b) Temporär festgelegte oder räumlich umstellbare Fördermittel
c) Nicht festgelegte oder räumlich freibewegliche Fördermittel

Ortsfeste Fördermittel sind überall dort zu finden, wo wirtschaftliche Überlegungen oder technologische Verhältnisse es erfordern, ständig verfügbare Transportleistungen bereitzustellen. Ihr fester Einbau bedeutet die Festlegung der Förderbewegung auf ganz bestimmte Routen und Bereiche. Da diese Transportmittel ähnlich den Fertigungsanlagen fest mit Grund und Boden, Gebäuden und Fertigungsanlagen verbunden sind, läßt sich in Analogie dazu von Förderanlagen[106)] sprechen.
Ortsfeste Fördermittel sind solche, die sich über Strecken hinwegspannen, wie Bänder, Stand-, Rollen- und Hängebahnen, Leitungen, Aufzüge, Elevatoren. Es gehören auch solche Fördermittel dazu, die in mehreren Richtungen tätig werden können. Statt für Strecken sind sie für Bereiche festgelegt. Nicht selten überwiegt aber eine bestimmte Bewegungsrichtung. Zu dieser Art baulich festgelegter Transportmittel

---

106) Vgl. Müller, Klaus: a.a.O., S. 3.

zählen z.B. Brückenkrane, Deckenkrane in Hallen, Drehkrane an Baustellen, Schwenk- und Auslegerkrane.

Eine räumliche Umsetzung ortsfester Transportmittel kommt in der Regel ihrer Demontage gleich. Aus diesem Grund werden für Fertigungsabläufe, die häufiger eine Umstellung der Fördermittel erfordern, bei denen aber dennoch für längere Zeitabschnitte die Förderwege sich nicht ändern, räumlich umstellbare Transportmittel verwendet. Die Bänder, Rollenbahnen, lose verschraubten Leitungen, fahr- und transportierbaren Krane, Hebebühnen etc. werden, wenn überhaupt, nur lose verankert, arretiert, abgestützt, zusammengefügt und befestigt. Häufig haben sie ein eigenes Fahrgestell, sind auseinandernehmbar und lassen sich durch gleiche oder Zusatz-Teile in mancher Hinsicht verändern. Zusammen mit ihrer recht vielseitigen Verwendbarkeit geben temporär festgelegte Transportmittel dem Fertigungsablauf von dieser Seite her eine beträchtliche Anpassungsfähigkeit.

Freibewegliche Fördermittel sind nicht an bestimmte Standorte gebunden und hinsichtlich ihrer Umstellungsfähigkeit nicht starr.[107] Förderweg, -richtung, -inhalt, -häufigkeit-, -geschwindigkeit, -bereich und -stationen, die oder von denen einige bei den installierten und umstellbaren Transportmitteln ganz oder teilweise festgelegt sind, müssen hier in vollem Umfang durch organisatorische Maßnahmen geregelt werden.
Die räumliche Bindung erfolgt bei den freibeweglichen Transportmitteln in anderer Art. Sie geschieht, indem ihnen ganz bestimmte Aufgaben

a) im Bereich einer Station des Fertigungsablaufes,
b) zwischen zwei oder mehreren Stationen des Fertigungsablaufes (Pendelverkehr (108)),
c) zwischen mehreren Stationen des Fertigungsablaufes entlang einer Strecke (Streckenfahrt (108))

zugeordnet werden.

---

107) Vgl. Kaufmann, Hermann: a.a.O., S. 15.
108) Vgl. Müller, Klaus: a.a.O., S. 17.

Darüber hinaus kann noch eine zeitliche Festlegung vorgenommen werden, indem nach Fahrplan oder im Takt der Fertigungsstationen gefördert wird.
Werden die Fördermittel umorganisiert, weil die Stationen, für oder zwischen denen sie bisher tätig waren, anders miteinander verknüpft werden, so ist dieser Vorgang dem der Umstellung temporär festgelegter Transportmittel sehr ähnlich, wenn er nicht ständig geschieht. Andererseits kommt es vor, daß vom technischen Standpunkt her räumlich umstellbare Fördermittel nur in großen Zeitabständen anders angeordnet werden. Sie rücken damit in den Bereich der dauernd festgelegten Fördermittel.

g) Zusammenfassende Übersicht

Dem Transport und den ihm dienenden Sachmitteln obliegt die Aufgabe der funktionalen Verknüpfung der Stationen des Fertigungsablaufes. Aus dieser Erkenntnis heraus wurde versucht, die Sachmittel des Transportes nach Merkmalen zu klassifizieren, die aus dem Vorgang der Anpassung der Fördermittel an die Erfordernisse des Fertigungsablaufes herrühren.

Nach dem Ausmaß der Verwendbarkeit der Transportmittel für einen bestimmten Fertigungsablauf ließen sich unterscheiden:

a) Universalförderer
b) Mehrzweckförderer
c) Spezialförderer

Wegen der außerordentlichen Vielfalt an Transportaufgaben ergibt sich eine nahezu unerschöpfliche Zahl von Spezialisierungsmöglichkeiten. Im Grund ist jedes Fördermittel auf etwas spezialisiert. Dennoch wurde versucht, einige eng mit dem Fertigungsablauf zusammenhängende Spezialisierungsrichtungen aufzuzeigen. Solche sind:

1. Spezialisierung auf das Transportgut
   a) auf seine Form
      aa) für Fertigungseinrichtungen und -maschinen
      ab) für Stückgüter
      ac) für "fluide" Güter

b) auf seine Dimensionen (Sperrigkeit, Länge, Gewicht etc.)

c) auf seine chemisch-physikalische Aktivität und Beschaffenheit

2. Spezialisierung auf Zusatzaufgaben

a) Transportmittel als Lagerplatz

b) Transportmittel als Fertigungsort

c) Transportmittel als Regeler des Rhythmus und der Geschwindigkeit des Fertigungsablaufes

d) Transportmittel als Organ der Integration des Fertigungsablaufes oder seiner Teile

Als weitere Gesichtspunkte einer Klassifizierung ergaben sich der Wirkungsbereich und der Grad der Beschickbarkeit der Transportmittel.

Wirkungskreis der Transportmittel

a) für den gesamten Fertigungsablauf eingesetzte Transportmittel

b) zwischen Fertigungsbereichen eingesetzte Transportmittel

c) innerhalb eines Fertigungsbereiches eingesetzte Transportmittel

ca) für den gesamten Teilbereich
cb) zwischen nur einzelnen Ablaufstationen

d) für nur eine Fertigungsablaufstation wirkende Transportmittel

Art der Beschickbarkeit der Transportmittel

a) ständig beschickbare Transportmittel

b) zeitweilig beschickbare Transportmittel

ba) periodisch beschickbare
bb) aperiodisch (auf Anforderung) beschickbare

Schließlich ist die Unterteilung der Transportmittel nach dem Grade ihrer räumlichen oder standortlichen Bindung erläutert worden.

a) Ortsfeste Fördermittel (Förderanlagen)

b) Umstellbare Fördermittel

c) Freibewegliche Fördermittel

Eigenart einer jeden Klassifizierung und so auch dieser ist es, daß der klassifizierte Gegenstand, sofern er sich überhaupt einer der Gruppen subsummieren läßt, nur innerhalb dieser Gruppen eindeutig festgelegt ist.
Sodann wird deutlich, daß sich eine Zuordnung zu einer der Gruppierungen überhaupt nur unter der Voraussetzung des Einsatzes des Transportmittels im Rahmen eines ganz bestimmten Fertigungsablaufes vornehmen läßt. Eine Rollenbahn zwischen zwei Maschinen z.B. dient in einem Falle nur als Transportmittel im anderen hingegen zugleich auch als Lagerplatz.

4. Lagerung und Lager im Fertigungsablauf

a) Abgrenzung der Zwischenlager von Lagern anderer Art

Bei der Untersuchung des Fertigungsablaufes nach den ihn ausmachenden drei Grundfunktionen[109] zeigten sich Vorgänge, die sich dadurch von denen des Fertigens und des Transportes unterscheiden, daß die im Betrieb befindlichen Güter weder benoch verarbeitet noch transportiert werden. Sie werden als Vorgänge des Lagerns oder der Lagerung bezeichnet.
Das Lagern von Gütern vollzieht sich aber nicht nur im Rahmen des eigentlichen Produktionsvorganges sondern auch vor und nach ihm. Diese Lager sind dadurch bedingt, daß der Betrieb in den Markt eingebettet ist. Sie haben zwischen der Markt- und der Betriebssphäre zu vermitteln, bzw. den Übergang von einem in den anderen Bereich zu bewerkstelligen. Solche Marktlager[110] haben ihre Ursache allgemein in außerbetrieblichen d.h. marktlichen Gegebenheiten. Die Notwendigkeit ihrer Existenz allerdings ergibt sich aus der Tatsache, daß im Betriebe produziert wird. Die Faktoren, die die Lager beeinflussen, sind trotz des unbestreitbaren Mitwirkens fertigungswirtschaftlicher Einflüsse überwiegend im Beschaffungs- und Absatzbereich verwurzelt[111].

---

109) Siehe dazu unter A. I. 3. a).
110) Vgl. z.B. Michel, Eduard: Arbeitsvorbereitung als Mittel zur Verbilligung der Produktion. 2. Aufl. Berlin 1924, S. 42.
111) Vgl. Ziegler, Hermann: Das Lager im Fabrikbetrieb. Leipzig 1935, S. 1.

Weil diese Arbeit die Lagerung als Komponente des Fertigungsablaufes zum Gegenstand hat, stehen solche marktlich bedingten Lager außerhalb der Betrachtung. Von Interesse sind nur jene Lager, die durch den Fertigungsablauf verursacht sind und ihm dienen. Da sie bis auf wenige Ausnahmen zwischen den Transport- und Fertigungsstationen des Fertigungsablaufes auftreten, werden sie hinfort als Z w i s c h e n l a g e r bezeichnet.[112] Das bedeutet nicht, daß sie zugleich auch räumlich in die Linie des Fertigungsablaufes eingeschaltet sein müssen. Sie können ebenso gut neben oder außerhalb der Hauptachse des Fertigungsablaufes liegen, denn maßgebendes Kriterium für die Rolle eines Lagers als Zwischenlager ist, ob seine Funktionen auf den Fertigungsablauf ausgerichtet und durch ihn determiniert sind.

Aber auch eine räumliche Einfügung eines Lagers in den Fertigungsablauf ist noch nicht gleichbedeutend mit der Funktion dieses Lagers als Zwischenlager. Ein solches Lager mag teilweise aufgrund der Erfordernisse des betreffenden Ablaufgeschehens bestehen, ebenso aber ganz oder teilweise marktlich bedingt sein, weil z.B. nur ein saisonaler Einkauf möglich ist, günstig eingekauft werden konnte, Mengen aus spekulativen Gründen gehalten werden oder weil jeweils nur bestimmte Mindestmengen käuflich sind. Dieser Teil eines an sich räumlich einheitlichen Lagers fungiert dann als Beschaffungs- und nicht als Zwischenlager.

Zwischenlager, die sich aufgrund stockenden Absatzes bilden oder sich über den für den Fertigungsablauf notwendigen Umfang hinaus mit Beständen füllen, um so das Absatzlager zu entlasten, sind ebenso nur teilweise Zwischenlager im hier gemeinten Sinne. Es schlagen Einflüsse des Marktes auf die Zwischenlagerung durch, wie es andererseits Einflüsse des Fertigungsablaufes auf die Beschaffungs- und Absatzlagerung tun.

Diese gegenseitige Überlappung der den Charakter eines Lagers bestimmenden Einflüsse einerseits und das räumliche

---

112) Mellerowicz (a.a.O., 2. Bd., S. 4) hingegen kommt zu diesem Begriff, weil sich in diesen Lagern "Zwischenerzeugnisse" befinden.

Zusammenfallen dieser Lager andererseits bei meist gleichem Lagerinhalt, machen eine faktische Scheidung schwierig. So lassen sich z.B. Lager mit Teilen oder Teilegruppen oder sonstigen lagerfähigen Zwischenprodukten in Betrieben, die gebildet werden, um das Enderzeugnis nach Kundenwunsch schnell aus den Lagerbeständen fertigstellen zu können, oder weil das Lagerrisiko sowie die Kapitalbindung bei Halbfertigwaren geringer ist als bei Fertigwaren, nur mit Bedenken als Zwischenlager bezeichnen. Das gilt trotz der Tatsache, daß sich noch den endgültigen Zustand bewirkende Vorgänge anschließen. Vom Fertigungsablauf her wäre eine solche Lagerung in diesem Falle nicht notwendig. Nicht herstellungstechnische, sondern absatzwirtschaftliche Gründe schreiben diese Art der Herstellung vor.
Obwohl eine solche Lagerbildung nicht nur eine Kombination der Produktion für den anonymen Markt und mit der Auftragsfertigung ermöglicht, sondern in der Regel auch Änderungen und Verbesserungen des technischen und wirtschaftlichen Ablaufes der Produktion mit sich bringt und ermöglicht, handelt es sich doch um keine Zwischenlager der Fertigung sondern um solche, die zumindest in gleichem Maße absatzwirtschaftlich bedingt sind. Rein fertigungsbedingte Zwischenlager liegen hingegen dann vor, wenn aus rein kostenwirtschaftlichen Gründen die Baukastenfertigung angewendet wird.

Ein räumliches Zusammenfallen von Markt- und Zwischenlagern ergibt sich z.B. in jenen Fällen, in denen Vorlagerbereich, Fertigungsbereich und Nachlagerbereich unmittelbar aufeinander stoßen. Der Fertigungsablauf wird direkt aus den Beschaffungslagern gespeist, und am Ende der Fertigung befinden sich die fertigen Erzeugnisse zwischen den noch nicht fertigen. Irgendwo an den Randbezirken des Ablaufes beginnt oder endet funktional gesehen die Rolle der Vor- und Nachlager als Zwischenlager (s. Abb. 23). Das Verlassen oder Eintreten in die marktliche Sphäre vollzieht sich häufig deutlicher, indem der Teil einer Beschaffungslagerung, der als Zwischenlager fungiert, räumlich herausgenommen und verselbständigt wird, und auf der Abgangsseite die Absatzlagerung aus dem

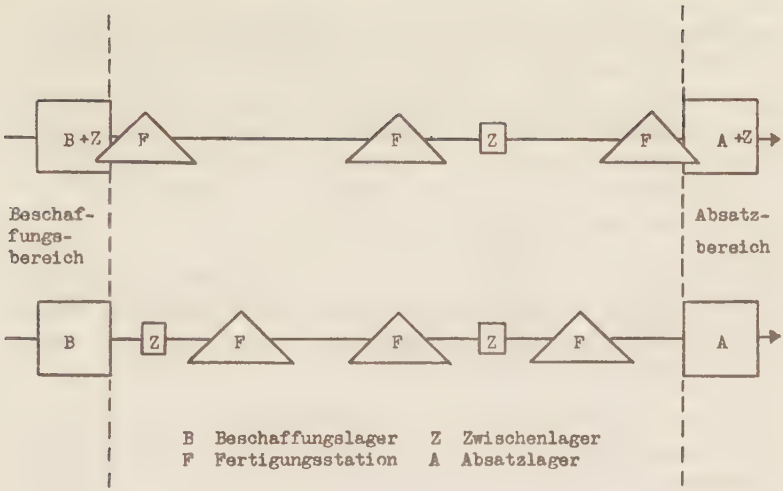


Abb. 23 Räumliches Zusammen- und Auseinanderfallen von Markt- und Zwischenlagern.

Fertigungsablauf herausgelöst wird. Die räumliche Trennung entspricht dann der aufgabenmäßigen (s. Abb. 23), die damit auch äußerlich sichtbar wird.
Zwischenlager befinden sich also überall dort, wo Lagervorgänge zwischen den Fertigungs- und Transportvorgängen ausschließlich und unmittelbar dem Fertigungsablauf dienen.

Reine Zwischenlager, die sich auch räumlich als selbständige Einheit erweisen, gibt es selten, weil in der Regel marktliche Einflüsse bis in die Zwischenlagerung hineinreichen, so daß der Zwischenlagerung oft nur eine dominierende Rolle zukommt, wenn sie und die Marktlagerung räumlich zusammenfallen. Das gilt z.B., wenn bei stockendem Absatz besonders in den späten Phasen einer Fertigung die Lager einen größeren Umfang annehmen als vom Fertigungsablauf her notwendig ist. Es handelt sich dann funktional gesehen um nicht in ihrem vollen Umfange fertigungsablaufbedingte Zwischenlager. Ebenso kann das Zwischenlager nicht dominierender Teil von marktbedingten Lagern sein. Da sich die in solchen Lagern

gemischter Natur befindlichen Bestände nicht entsprechend ihrer funktionalen Zugehörigkeit räumlich innerhalb dieses Lagers nach marktbedingten und ablaufbedingten Bestandsarten verselbständigen, lassen sich Vorkommen und Umfang der Zwischenlagerung meist nur gedanklich, seltener auch praktisch auseinanderhalten.

b) Wesen der Zwischenlagerung

Lagerung wurde an früherer Stelle negativ formuliert als Vorgänge des Fertigungsablaufes, die keine Fertigung und auch kein Transport sind. Im folgenden soll eine positive Definition erarbeitet werden.

Objekt der Lagerung bzw. Inhalt der Lager sind Güter, bei Zwischenlagern Güter, die sich zum Zwecke des Zustandekommens des Fertigungsablaufs in ihm befinden. Vereinzelt wird die Meinung vertreten, daß sie nicht am Fertigungsprozeß teilnehmen[113]. Indem die Lager ganz bestimmte, im Rahmen des Fertigungsablaufes notwendige Aufgaben erfüllen, nehmen sie auch an ihm teil. Ebenso unzureichend erscheint die Auffassung, Kriterium der Lagerung sei der Wartezustand[114], womit ihr nur die Tätigkeit des Zeitausgleiches oder der Zeitüberbrückung zukäme. Das ist lediglich eine von mehreren Funktionen und nicht in jedem Falle ausgeübte Funktion der Lager. Zwar ist Lagern mit Zeitablauf verbunden[115], aber das ist ihm nicht spezifisch, sondern gilt ebenso für das Fertigen und den Transport. Auch das Bild von den Lagern als Güterstaubecken[116], womit vorwiegend die Vorstellung eines Mengenausgleiches verbunden ist, erweist sich, wie die Ausführungen des folgenden Kapitels zeigen werden, als zu

---

113) Vgl. Göldner, J.: a.a.O., S. 25; Ziegler, H.: a.a.O.,S.1.
114) Vgl. Bezdecka, H.: a.a.O., S. 48.
115) Vgl. Schulte, Herbert: Kapitalfreisetzung durch rationelle Lagerhaltung in industriellen Unternehmen. Köln und Opladen 1964, S. 21.
116) Vgl. Cordes, Walter: Die Lagerhaltung in den Grundstoffindustrien. Diss. Berlin 1933, S. 8; Krippendorff, Herbert: Wirtschaftlich lagern - Lagern im Fertigungsfluß. 1. Aufl. Braunschweig 1952, S. 10; ähnlich Kalveram, W.: Industriebetriebslehre. 6. Aufl. Wiesbaden o.J., S. 183: "Die Speicherfunktion des Lagers".

einseitig. Die Kategorien Zeit und Menge sind zu allgemein, um differenzierte Aussagen über Zwischenlager bzw. ihre Funktionen machen zu können.
Eng verbunden mit dem Sinngehalt des Wortes "Lagern" ist die Auffassung, daß Lagervorgänge durch den Zustand der Ruhe[117], des Stillstandes[118], oder des Liegenbleibens charakterisiert sind. Für die Mehrzahl der Fälle besonders in einfachen industriellen Verhältnissen und in den Anfängen der industriellen Produktion trifft das zu. Die moderne industrielle Produktionstechnik mit ihrem Zug zur Verstetigung des Fertigungsablaufes und dazu Einzelvorgänge kontinuierlich ablaufen zu lassen, weist aber eine Vielzahl von Beispielen auf, in denen die Lagerung beweglich[119] gestaltet ist und oft simultan mit Transportvorgängen abläuft. Das Kriterium des Ruhens ist demnach nicht für die Gesamtheit der Lagervorgänge anwendbar. Umgekehrt bedeutet auch nicht jeder Zustand der Ruhe im Rahmen des Fertigungsablaufes einen Lagervorgang. Denn, ist der Vorgang des Fertigens gemeinhin mit der Vorstellung einer dabei auszuführenden Bewegung verbunden, so ist es doch nicht minder häufig, daß er sich im Zustand der Ruhe des Fertigungsobjektes vollzieht. Beispiele dafür sind Vorgänge bei der Herstellung von Käse, Wein und Ziegelsteinen.
Spielt sich solch ein Fertigungsvorgang während einer im Verhältnis zu den übrigen Fertigungsvorgängen relativ langen Zeit ab, so setzt sich bei vielen Autoren wieder die Vorstellung vom Ruhen gleichbedeutend mit Lagern durch, und man bezeichnet diese Erscheinungen dann als Produktiv- und Reifelager[120], "direkt produktive Lagerung"[121], "Lager, die einem produktiven Warteprozeß dienen"[122] oder als "eine

---

117) Vgl. z.B. Schulte, H.: a.a.O., S. 57.
118) Vgl. Still, Tom: a.a.O., S. 21 und 25; Findeisen, Franz: Der Lager-Prozeß. In: Zeitschrift für Betriebswirtschaft (ZfB), 2. Jg. 1925, S. 313.
119) Vgl. Gutenberg, E.: a.a.O., S. 230.
120) Vgl. Schulte, H.: a.a.O., S. 28.
121) Kaufmann, H.: a.a.O., S. 30, Fußnote 3.
122) Nordsieck, Fritz: Die schaubildliche Erfassung und Untersuchung der Betriebsorganisation. 3. unveränderte Aufl., Stuttgart 1941, S. 37.

Art Fertigungsvorgang"[123].
Reifen, Gären, Abkühlen und Trocknen als Beispiele dessen, was in diesen sog. Lagern geschieht, sind reine Fertigungsvorgänge[124] und zeichnen sich mitunter durch ihre längere Dauer aus, die - bei oberflächlicher Betrachtung - noch dadurch verlängert zu sein scheint, daß die Fertigungsobjekte nach Beendigung des eigentlichen Fertigungsganges erst nach und nach von dem jetzt wirklich vorhandenen Zwischenlager weiterverarbeitet werden[125]. Aus der "Lagerung" als Produktionsmethode[126] wird nach Beendigung des Fertigungsvorganges eine echte Lagerung.
Die Bedeutung der Zwischenlagerung liegt darin, daß in ihrem Verlauf eine Umorientierung der Lagergüter auf die Erfordernisse und Eigenarten des industriellen Fertigungsablaufes vorgenommen wird. Hierin liegt das Wesen der Lagerfunktion ganz allgemein. Ihre konkrete Ausgestaltung findet sie in beweglichen und ruhenden[127] Lagern, die im Rahmen der Hauptfunktion Lagern eine Reihe von Unterfunktionen ausüben.

5. Einteilung der Zwischenlager im Hinblick auf ihre Funktionen im Fertigungsablauf

Zwischenlagerung ist als eine Summe von Lagerungsvorgängen definiert worden, die unmittelbar und ausschließlich dem Fertigungsablauf dienen. Damit ist zugleich auch festgestellt, daß die Funktionen der Zwischenlager im einzelnen nur vom Fertigungsablauf her zu erklären sind.

Da der Fertigungsablauf als ein Zusammenspiel der Funktionen

---

123) Still, Tom: a.a.O., S. 22.
124) So auch Bezdecka, H.: a.a.O., S. 75; Mellerowicz, K.: a.a.O., 2. Bd., S. 1; Nordsieck, Fritz: Rationalisierung der Betriebsorganisation. 2. überarbeitete Aufl. von "Grundlagen der Organisationslehre". Stuttgart 1955, S. 59 Fußnote 3 und S. 140.
125) z.B. keramische Erzeugnisse in der sich der Formgebung anschließenden Trockenstation bzw. -lagerung.
126) Vgl. Riebel, P.: Die Elastizität des Betriebes. Köln und Opladen 1954, S. 107.
127) Kalveram, W. (a.a.O., S. 194) verwendet die Bezeichnungen statische und dynamische Lager.

Fertigen, Transport und Lagern verstanden wird, im folgenden aber die Lagerfunktion analysiert werden soll, verbleiben nur die Fertigungs- und Transportfunktion als Faktoren, die auf die Lagerfunktion Einfluß nehmen können und auf die sie ausgerichtet ist. Infolgedessen dienen Zwischenlager, wie die anschließenden Untersuchungen wiederholt zeigen werden, sowohl Fertigungs- als auch Transportbedürfnissen.

a) Lager und Bereitstellung

Die einfachste Funktion der Zwischenlager ist die der Bereitstellung von Gütern. Unter Bereitstellung wird die ablaufgerechte Verfügbarkeit von Materialien für nachfolgende Fertigungs- und Transportstationen verstanden.
In reiner Form vermögen Zwischenlager der Bereitstellung nur am Beginn oder Rande des Fertigungsablaufes gleichsam als dessen Eingangstore aufzutreten. Sie übernehmen die erste Ausrichtung der Güter auf den Fertigungsablauf, die sich im Betriebsbereich aber außerhalb der Fabrikation selbst befinden, und fungieren damit als Übergangsstation vom Betriebs- in den tatsächlichen Fertigungsbereich. Da innerhalb des Fertigungsprozesses die Lager in der Regel im Spannungsfeld der einzelnen Stationen des Fertigungsablaufes stehen und deswegen auch anderen Zwecken dienen, sind Zwischenlager der Bereitstellung funktional (nicht räumlich!) gesehen i m Fertigungsablauf selten anzutreffen.
Obwohl es ein ganz allgemeines Merkmal der Lager ist, Materialien für betriebliche Bedürfnisse bereitzustellen, weil Lagergegenstände nun eben einmal für bestimmte Zwecke präsent gehalten werden, liegt Bereitstellung, wie sie hier verstanden werden soll, nur dann vor, wenn das Zwischenlager in seiner Funktion ausschließlich nachgelagerten Vorgängen dient. Die übrigen Zwischenlager unterliegen zudem auch der Schubwirkung vorgelagerter Stationen, aus welchem Grunde sie vorwiegend andere Funktionen erfüllen und das Bereitstellen nicht ihr eigentlicher Zweck ist.
Diese Charakteristik der Bereitstellungslager, die Stellung am Rande oder an den Zuführungen des Fertigungsablaufes und

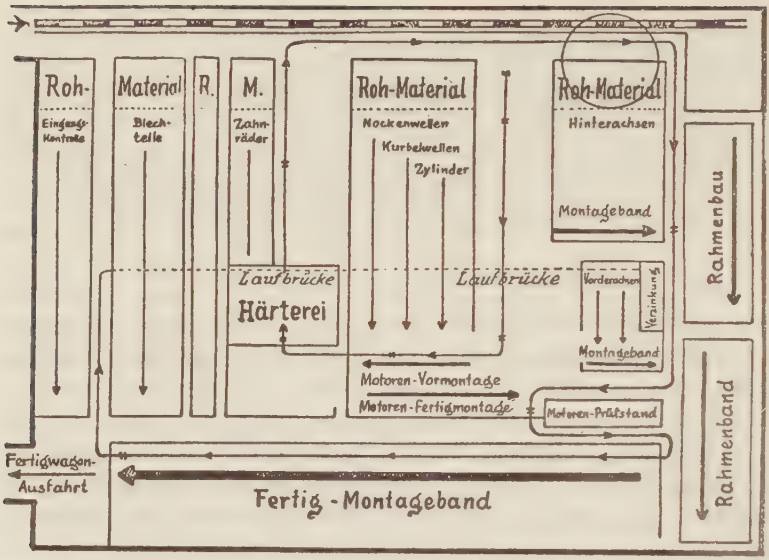


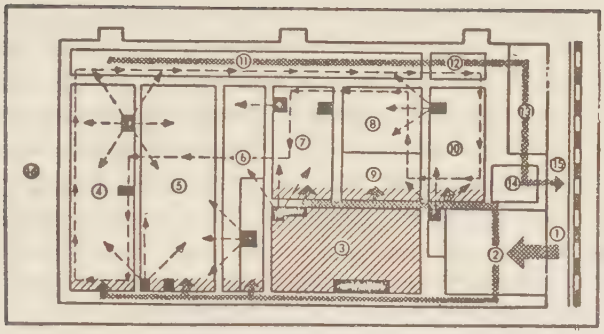
Abb. 24 Bereitstellungslager in Form von Roh-Materiallagern in einem Lastwagenwerk. 128)

ihre einseitige Ausrichtung auf die Folgevorgänge, drückt sich auch in ihrem Inhalt aus. Bereitstellungslager sind hauptsächlich Lager für fremdbezogene Materialien und Teile, und Werkzeug-, Ersatzteil- und Modellager.
Räumlich sind sie häufig besonders wegen ihrer Stellung an der Peripherie des Fertigungsablaufes mit marktbedingten Eingangslagern vereinigt, besonders, wenn diese sich in der Fertigungssphäre befinden (s. Abb. 24). Eine andere Möglichkeit ist die, daß sie, räumlich selbständig, von vorgeschalteten Eingangslagern gespeist werden (s. Abb. 25).

Die Funktion der Bereitstellung tritt, um einige Beispiele zu nennen, deutlich hervor bei Lagern an Baustellen (s. Abb. 17 S. 50), bei Werkzeuglagern oder auch Handlagern mit

---

128) Aus Kalveram, W.: a.a.O., S. 377.



Zahlenerklärung:

1 = Entladestelle mit Einschienen-Laufkatze
2 = Wareneingangsstelle, Prüfung, Zentrallager
3 = Werkzeuglager, Werkzeugbau, Instandhaltung
4 = Gehäuse-Bearbeitung
5 = Wellen-Bearbeitung
6 = Pleuelstangen und Kolben-Bearbeitung
7 = Kupplungs-Bau
8 = Lager für Einbau-Getriebe
9 = Teilefertigung
10 = Ausrüstungsteillelager
11 = Zusammenbau-Straße
12 = Prüffeld und Probelauf
13 = Fertigmotorenlager und Ausrüstung
14 = Versandabteilung und Packerei
15 = Verladestelle
16 = Hängebahn (dynamisches Zwischenlager)

//// Bereitstellungslager

Abb. 25 Von einem Eingangslager gespeiste Bereitstellungslager.[129)]

fremdbezogenen Teilen an Montagebändern (-stellen) sowie bei der Lagerung großer und schwerer Teile (z.B. für von auswärts bezogene Motoren im Automobilbau) oder im Bereich von Laufkränen, wie überhaupt bei Lagern vor Fertigungs- und Transportverrichtungen als erste Vorgänge des Fertigungsablaufes.

Das Bereitstellen braucht sich nicht in dem einfachen Verfügbarmachen für den jederzeitigen Abruf zu erschöpfen, sondern kann ebenso eine Art Vorbereitung für die anschließenden Vorgänge in Form des Zusammenstellens von Teilen bzw. Ausgangsstoffen nach Art und Menge sein. Das geschieht beispielsweise beim Sammeln fremdbezogener Teile für einen Montagevorgang[130)] oder beim Zusammenstellen von Transporteinheiten, die in die Fertigung gehen. Materialsteuerung und Arbeitsverteilung

---

129) Nach Kalveram, W.: a.a.O., S. 195.
130) Vgl. Köhler, D.: a.a.O., S. 107.

fallen in ihren Bereich[131]. Die Bereitstellung als ein Transformationsvorgang in Bezug auf den Fertigungsablauf beinhaltet also auch ein Bereitmachen nach Menge und Zusammensetzung der in den Fertigungsprozeß eintretenden Materialien. Es wird eine sachliche Umgruppierung der Materialien von der Herkunfts- auf die Verwendungsordnung vorgenommen.

Dabei gibt es Betriebe, die stark auf solche Bereitstellungsakte angewiesen sind, damit der Produktionsprozeß reibungslos beginnen kann, und auch solche, bei denen ohne die Einschaltung von Bereitstellungslagern die Einsatzmaterialien ihren Eingang in den Fertigungsablauf finden.

b) Lager des Rhythmusausgleiches

Zwischenlager, deren Vorkommen und Umfang auf Abweichungen in der zeitlichen Dauer und der zeitlichen Aufeinanderfolge sich aneinander anschließender Vorgänge zurückführbar sind, setzen voraus, daß diese Ablaufvorgänge gleiche Mengenleistungen[132] während eines bestimmten Zeitraumes aufweisen. Unter Maßgabe dieser sehr spezifischen Voraussetzung ergeben sich folgende Möglichkeiten der zeitlichen Aufeinanderfolge und Übereinstimmung von in bestimmten Zeitintervallen wiederkehrenden Tätigkeiten des Fertigungsablaufes:

1. Es beginnen Vorgänge mit gleichem Rhythmus
   a) gleichzeitig (synchron),
   b) gestaffelt (asynchron).
2. Es stoßen aufeinander Vorgänge mit ungleichem Rhythmus, wobei
   a) die Vorstufe den längeren Takt,
   b) die Vorstufe den kürzeren Takt als die Nachstufe aufweist.
3. Es stoßen rhythmische und kontinuierliche Vorgänge aufeinander.

Ohne diesen Variantenreichtum in seinen Kombinationsmöglichkeiten durchspielen zu wollen[133], soll das Gesagte doch kurz

---

131) Vgl. Köhler, D.: a.a.O., S. 106.
132) Vgl. dazu Carnap, Günter: a.a.O., S. 38.
133) Siehe dazu auch die eingehenden Ausführungen von Nordsieck, Fritz: Rationalisierung der Betriebsorganisation, S. 146 ff.

veranschaulicht werden. Dazu wird angenommen, daß Vor- und Nachstufe jeweils 10 Mengeneinheiten in der Stunde bewältigen.

Alternative 1a) erfordert kein Zwischenlager, gehört sachlich also nicht hierher. Sie wurde der logischen Vollständigkeit halber aber genannt. Beide Stufen, etwa ein Transportmittel und eine von ihm beschickte Maschine bewegen bzw. bearbeiten 10 Werkstücke in 10 Arbeitsgängen von gleicher Dauer und mit gleichem Beginn.
Befinden sich zwischen solchen nach Leistungsdauer und Leistungsquerschnitt abgestimmten Vorgängen dennoch Zwischenlager, so sind sie auf andere Ursachen zurückzuführen.[134)]

Fall 1b) liegt sehr ähnlich, jedoch mit dem Unterschied, daß beide Operationen nicht zur gleichen Zeit (asynchron) beginnen, so daß sich während des Zeitunterschiedes zwischen Ende und Beginn der Vorgänge irgendwann die Menge eines Taktes als Zwischenlager ansammelt. Die Gründe dafür können im organisatorischen wie technischen Bereich liegen. Operationen gleicher Dauer aber gestaffelten Beginns werden z.B. bei Transfer- oder Fertigungsstraßen angewendet, um die hohen Strombelastungen beim gleichzeitigen Anfahren aller Fertigungsmaschinen zu vermeiden.[135)]

Die Spielarten 2a) und 2b) implizieren, daß sich gemäß der Voraussetzung gleicher Leistungen pro Stunde die Leistungsquerschnitte der Sachmittel für die einzelne Teilleistung umgekehrt proportional zum Verhältnis der Leistungsdauer verhalten.
Werden zum Beispiel nach 2a) 10 Mengeneinheiten stündlich an die Maschine gebracht und dort in zwei Arbeitsgängen verarbeitet, verhalten sich die Taktzeiten wie 1:2 und die Leistungsquerschnitte entsprechen wie 2:1. Das den unterschiedlichen Rhythmus ausgleichende Zwischenlager schwankt[136)]

---

134) Vgl. dazu A. II. 5. f).
135) Vgl. Lappe, R.: Die elektrische Ausrüstung von Fertigungsstraßen und automatisch arbeitenden Produktionsstätten. In: Deutsche Elektrotechnik, Jg. 7 (1953), H.10, S.505 f.
136) Dem liegt die Annahme zugrunde, daß im Zwischenlager bei Beginn der Arbeit beider Vorgänge ein Anfangsbestand von 0 ME vorlag, d.h. die Fertigungsmaschine nach dem Antransport zu arbeiten beginnt und 5 ME aufnimmt.

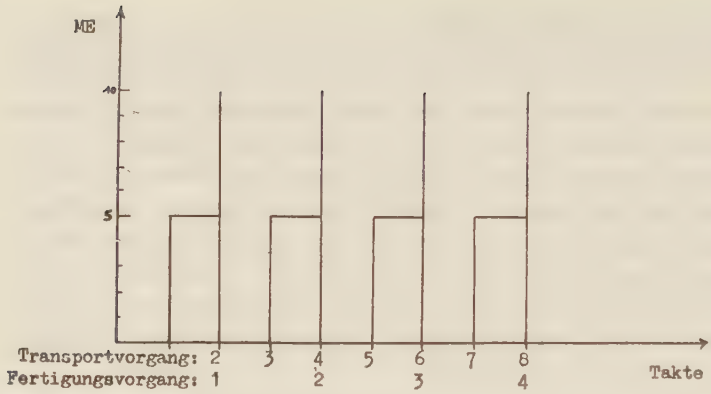


Abb. 26 Zwischenlager des Rhythmusausgleichs bei Vorgängen gleicher Leistung, kürzerem Takt der Vorstufe und gleichem Taktbeginn.

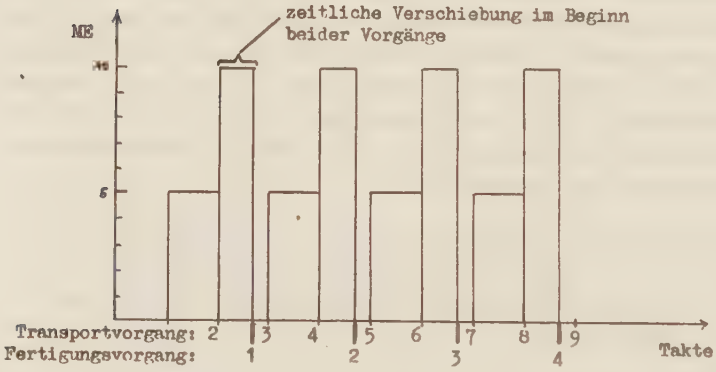


Abb. 27 Zwischenlager des Rhythmusausgleichs bei Vorgängen gleicher Leistung, kürzerem Takt der Vorstufe und zeitlich verschobenem Taktbeginn des Folgevorganges.

zwischen 0 und 5 Mengeneinheiten (s. Abb. 26) oder zwischen 0 und 10 Mengeneinheiten (s. Abb. 27), wenn der Folgevorgang mit zeitlicher Verschiebung beginnt. Im ersteren Falle schließen beide Vorgänge unseres Beispieles unmittelbar

aneinander an, im zweiten beginnt die Folgeoperation mit zeitlicher Verzögerung, so daß es zuerst zu Zwischenlagerbildung in voller Höhe des Materialtransports kommt.

Dem Rhythmusausgleich sind allerdings Grenzen gesetzt, die in der Teilbarkeit der Ablaufgegenstände liegen. Schüttgüter können z.B. beliebig unterteilt werden und in einer theoretisch unbegrenzten Zahl von Einzelakten weiterverarbeitet werden. Sind in dem obigen Beispiel 10 ME z.B. mit 10 Zylinderköpfen identisch, so lassen sie sich zu 1, 2 und 5 Stücken von der Werkzeugmaschine bearbeiten, wobei 1 Stück die kleinste Einheit ist, in die die Gesamtmenge zerlegt werden kann. Für die Taktierung der Folgestufe ergibt sich damit zwangsläufig, daß ihr Arbeitsrhythmus nicht kleiner als ein Zehntel der Leistungsperiode beider Vorgänge sein kann. Sie ist auf eine zehntel Stunde nach unten hin begrenzt. Unter der Voraussetzung, die hier gemacht wurde, daß nämlich der beschriebene Prozeß auf die Periode einer Stunde beschränkt ist, lassen sich nur noch Zweier- und Fünfergruppen bilden, bzw. Taktzeiten von einem Fünftel und einem Halb der Periode ermöglichen, mit denen der Folgevorgang arbeiten könnte.

Andere Variationsmöglichkeiten eröffnen sich, wenn sich der Vorgang der Vorstufe mehrmals wiederholt, die Dauer des aus dem Fertigungs- und Transportvorgang bestehenden Prozesses also ein ganzzahliges Vielfaches des nicht teilbaren Grundtaktes des vorangehenden Transportvorganges ist.
Unteilbarkeit der Mengenleistung der Vorstufe sowie eine Verlängerung der Dauer des Gesamtprozesses um ein ganzzahliges Vielfaches des als Grundtakt konstanten Rhythmus der Vorstufe bestimmen die Variationsmöglichkeiten in der Taktierung der folgenden Stufe und damit die Höhe und die Bewegung des Zwischenlagers. Den einzelnen Varianten nachzugehen ist hier nicht der Ort, weil es lediglich darum geht, das Wesen dieser Art von Zwischenlager durch die ihr zugrunde liegenden Faktoren zu klären. Eine dritte denkbare unabhängige Variable wäre die, daß, immer unter Beibehaltung gleicher Mengenleistung pro Stunde in beiden Stationen, auch der

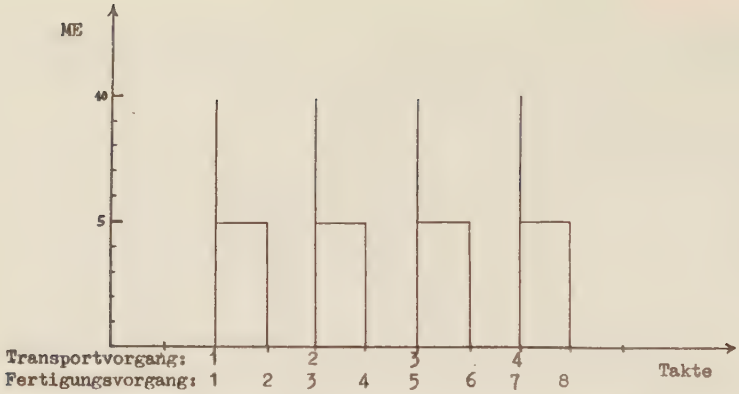


Abb. Zwischenlager des Rhythmusausgleichs bei Vorgängen gleicher Leistung, längerem Takt der Vorstufe und gleichem Taktbeginn.

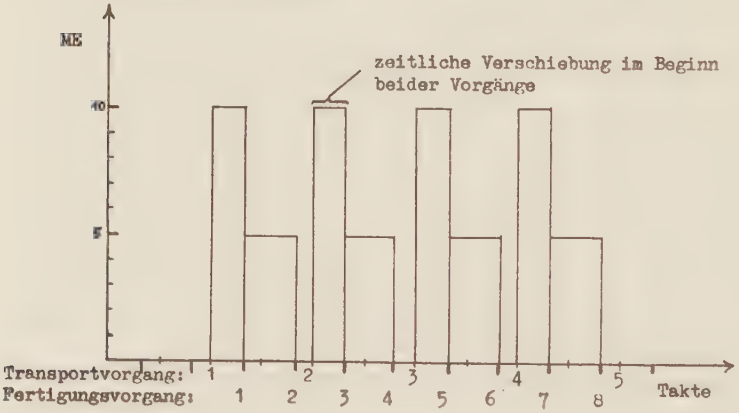


Abb.29 Zwischenlager des Rhythmusausgleichs bei Vorgängen gleicher Leistung, unterschiedlichem Takt beider Vorgänge und zeitlich verschobenem Taktbeginn des Folgevorganges.

Rhythmus der Vorstufe noch zergliedert wird, dabei allerdings über dem Takt der anderen bleibt.

Die Möglichkeit 2b) weist in ihrer Ausweitung auf die Lagerbildung und -bewegung ein ähnliches Bild wie der Fall 2a) auf, nur mit dem Unterschied, daß die Vorstufe erst mit einigen Einzelakten das Zwischenlager bis zu der Menge angefüllt haben muß, die dem Leistungsquerschnitt der zweiten Stufe pro Takt entspricht. Die analoge Anwendung obigen Beispiels ist dargestellt in Abb. 28, bei der die Werkzeugmaschine sofort mit dem Erreichen der 10 ME das Zwischenlager leert, und Abb. 29, wo das Zwischenlager erst nach Verstreichen der Verschiebung im Taktbeginn abgebaut wird.
Die Fälle 2a) und 2b) können, wenn sie nicht asynchron beginnen, auch in bestimmten Intervallen synchron beginnen. Das ist z.B. der Fall, wenn aus irgend einem Grunde von einem langsameren Stetigförderer auf einen doppelt so schnellen Teile so umgesetzt werden müssen, daß letzterer halb so große Transporteinheiten befördert. Dann arbeitet der schnellere Förderer im Abstand von zwei Takten synchron mit dem anderen und dazwischen jeweils vom Zwischenlager.

In den bisherigen Überlegungen wurden lediglich jene Situationen durchgespielt, in denen sich zwei getaktete Vorgänge aneinander anschlossen. Ebenso kann sich (Alternative 3.) ein zeitlich gleichmäßiger (kontinuierlicher) an einen zeitlich regelmäßig unterbrochenen (getaktet intermittierenden) Rhythmus anschließen und umgekehrt. Auch hier wird es jeweils zu Zwischenlagern kommen, die den Rhythmus der Stationen auszugleichen haben. Es ist allerdings nicht denkbar, daß ein solches Zwischenlager zwischen zwei Vorgängen mit kontinuierlichem Rhythmus besteht, weil sich die Leistungsquerschnitte dann nicht mehr umgekehrt proportional der Leistungsdauer verhalten. Die beiden Vorgänge haben eine verschiedenartige Mengenleistung.

c) Lager des Mengenausgleiches

Fertigungsabläufe, die in der Weise aufgebaut sind, daß alle Vorgänge aufeinander abgestimmt und angelegt sind und mengen- wie zeitmäßig streng in sich selbst wie auch in ihrer Aufeinanderfolge geregelt sind, so daß es ungünstigsten Falles zu Zwischenlagern des Rhythmusausgleiches kommt, sind nur in ganz wenigen Betrieben zu verwirklichen. Zwischen einzelnen Stationen oder in einzelnen Abschnitten der Fertigung hingegen sind Verhältnisse, die diese Voraussetzungen erfüllen, keine Seltenheit mehr. Sie sind dadurch gekennzeichnet, daß zwar Zwischenlager vorhanden sind, daß sie aufgrund der zeitlichen Bindung der Vorgänge aber selten einen größeren Umfang annehmen.

In der überwiegenden Zahl aller Fälle ist jedoch der hohe Grad der zeitlichen wie auch leistungsmäßigen Integration des Fertigungsablaufes dadurch gemindert, daß die Leistungen nicht maßgerecht angeglichen sind, d.h. Leistungsquerschnitt und -dauer der einzelnen Vorgänge sind nicht ideal in sich selbst wie aufeinander abstimmbar oder abgestimmt.
Dann sind zwei oder mehrere in unmittelbarem Leistungszusammenhang stehende Stationen in ihrer Be- oder Verarbeitungsmenge pro Zeiteinheit verschieden.
Bleibt aber das Bestreben, die Ablaufvorgänge unmittelbar aufeinander folgen zu lassen, und scheitert dieses Bemühen nach einer möglichst ununterbrochenen Arbeitsfolge zweier oder mehrerer Stationen an deren unterschiedlicher Leistungsfähigkeit, so haben die Zwischenlager die Aufgabe, die quantitativ differierenden Leistungen der Stationen auszugleichen.
Das Erfordernis des Strebens nach zeitlich lückenloser Folge, die an dem technisch bedingten Leistungsvermögen der hintereinander eingesetzten Stationen scheitert, wird deswegen so betont, weil nicht jede zu Zwischenlagern führende Mehr- oder Minderleistung auf technisch bedingten Leistungsunterschieden beruht. Solche Lager werden in folgendem Abschnitt näher zu definieren sein.
Wo die Ursache für Abweichung der Mengenleistung zu suchen ist,

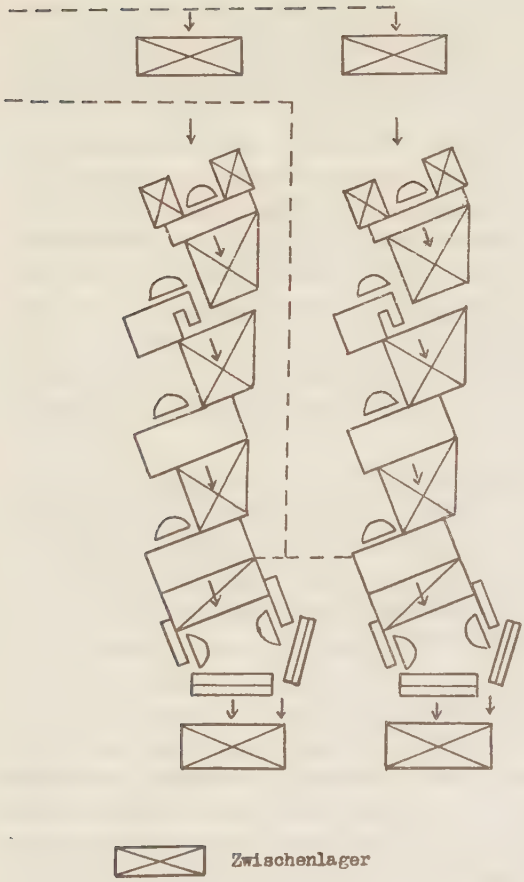


Abb. 30 Zwischenlager des Mengenausgleiches zwischen Maschinen und Arbeitsplätzen in der Bekleidungsindustrie.

---

137) Nach RKW-Auslandsdienst: "Arbeitsvorbereitung, Fertigungsplanung und Fertigungssteuerung in den USA". Bearbeitet v. Dr. Ing. Manfred Knayer, Heft 63, München 1959, S. 35.

ob in einer Mehr- oder Minderleistung der vorhergehenden bzw. nachfolgenden Station des Fertigungsablaufes, ist für die Auswirkung (das Zwischenlager) ohne Bedeutung. Im Falle der größeren Leistung der Vorstufen wird das Zwischenlager aufgefüllt und langsam abgebaut, sobald die Vorstufe ihre Arbeit einstellt. Für den Fall der Minderleistung geschieht dasselbe, nur muß hier zuerst das Zwischenlager aufgebaut werden, damit die mehr leistenden und nachfolgenden Stationen ungehindert zu arbeiten vermögen. Es werden überschüssige Mengen aufgestaut bzw. notwendige angesammelt (s. Abb. 30).

In der Literatur wird keine klare Trennung zwischen diesen Lagern und anderen gezogen[138], obwohl sie eindeutig dadurch charakterisiert sind, daß sie Unterschiede in den Leistungen der einzelnen Stationen wie auch Abschnitten des Fertigungsablaufes ausgleichen.
Zwischenlager mit quantitativer Ausgleichsfunktion treten auf, weil die Kapazitäten des Betriebes meist auf das langfristige Produktionsprogramm angelegt sind. Das hat zur Folge, daß kurzfristig die Teilkapazitäten vielfach nicht ausreichen, um eine sofortige Weiterverarbeitung von Station zu Station durchzuführen[139].

d) Degressionsbedingte Lager

Grundsätzlich ließe sich die Meinung vertreten, daß Zwischenlager, die Mengen aus Mehrleistungen aufnehmen, Zwischenlager des Mengenausgleiches seien. Damit wäre die Voraussetzung fallen gelassen worden, die einen Mengenausgleich nur dort für gegeben hält, wo ein zeitlich lückenloser Ablauf durch Unterschiede in der Leistungsfähigkeit der einzelnen Stationen gestört wird. Jede Ansammlung von nicht für den Fortgang des betrieblichen Prozesses bestimmten Materialien aufgrund unterschiedlicher Mengenleistung der Einzelstationen

---

138) Vgl. Krippendorff, H.: Integrierter Materialfluß, S. 30 ff.; Mellerowicz, K.: a.a.O., 2. Bd., S. 4 f.; Lauke, H.L.: Die Leistungsabstimmung bei Fließarbeit. München 1928, S. 85 ff.
139) Vgl. Männel, Wolfgang: Die Entstehung von Zwischenlagern in Industriebetrieben, in: Industrielle Organisation, 34. Jg. (1965), S. 28.

stellte dann ein Zwischenlager des Mengenausgleiches dar.

Da im Rahmen des Fertigungsablaufes alle Vorgänge in irgendeinem leistungsmäßigen und funktionalen Konnex stehen, nähme fast jedes Zwischenlager einen Leistungsausgleich vor.

Dennoch erscheint diese Betrachtungsweise zu wenig differenziert, weil sie sich lediglich am Symptom der unmittelbar nicht verwendbaren oder für den Fortgang des betrieblichen Prozesses nicht sogleich notwendigen Mehrleistung orientiert, nicht aber nach der Ursache und damit auch nach dem Zweck entsprechender Zwischenlager fragt.[140)]
Lager des Leistungsausgleiches entstanden wie gezeigt zwangsläufig, weil mangelnde Abstimmung in der technischen Leistungsfähigkeit der Vorgänge einem lückenlosen Ablauf entgegensteht.

Nun ließen sich in vielen Fällen Zwischenlager dieser Art beseitigen, indem die im Verhältnis zur folgenden Stufe überdimensionierte Station mit gedrosselter Leistung arbeitet oder die Kapazität der vorangehenden Fertigungsphase durch Einsatz zusätzlicher oder größerer Maschinen entsprechend ausgeweitet wird. Gegen die erstere Möglichkeit spricht häufig der Zwang zur Umlage der fixen Kosten einer Anlage durch ihre volle zeitliche Auslastung. Der zweite Weg verbietet sich in der Regel, weil es wirtschaftlich nicht vertretbar ist oder überhaupt nicht möglich ist, für kurzfristig bestehende Engpässe zusätzliche Anlagen zu beschaffen.

Aus diesen Gründen treten in vielen Betrieben an die Stelle des Strebens nach einem möglichst lückenlosen Ablauf des Produktionsprozesses, der mit nicht voller Nutzung der Anlagen oder mit ihrer Überbelastung oder mit der Bildung von Zwischenlagern verbunden ist, Überlegungen, die Sachmittel und Arbeitskräfte relativ unabhängig von dem Aspekt der zeitlichen Dauer des Fertigungsablaufes voll auszulasten. Aber selbst dort, wo die negativen Begleiterscheinungen des

---

140) Eine Aufzählung von Gründen für die Bildung von Zwischenlagern gibt Meyer, Walter: Der Standort des Lagers in Industriebetrieben. Diss. Köln 1951, S. 136 ff.

Strebens nach einer minimalen Durchlaufszeit nicht auftreten, die Fertigung also ohne große zeitliche Verzögerungen ablaufen könnte, wird zugunsten der Kostenvorteile anderer Arbeitsweisen darauf verzichtet. Besonders in Betrieben mit einem stark differenzierten und häufig wechselndem Produktionsinhalt wird zur Ausnutzung der Auflagendegression z.B. auf Zwischenlager gearbeitet.
Es entstehen also Zwischenlager, weil man unter Verzicht auf eine minimale Durchlaufzeit die überwiegenden Vorteile einer besseren zeitlichen Ausnutzung der einzelnen Produktionsmittel (volle zeitliche Ausnutzung, keine Brachzeiten oder kein gedrosselter Betrieb der Maschinen und Anlagen) und eines selteneren Auflagenwechsels[141] (weniger Kosten des Fabrikationswechsels, Vorteile der größeren Gewöhnung)[142] verschafft. Da mit zunehmender Größe der Produktionsmittel die Betriebskosten vielfach unterproportional anwachsen, werden unter Umständen mehrere kleine Anlagen durch eine oder mehrere größere ersetzt[141], die "leistungsstärker"[143] sind. Die aus der Größendegression der leistungsstärkeren Anlagen resultierende Kostenvorteile könne nur so genutzt werden, daß entsprechende Zwischenlager angelegt werden.[144] Diese ergeben sich dadurch, daß die größeren Anlagen wechselnd die Aufgaben der ersetzten kleineren Anlagen erfüllen und für verschiedene nachfolgende Stationen tätig sind, während die kleinen Anlagen in der Regel nur für eine nachfolgende Station gefertigt haben.

Ohne mit diesen Erörterungen näher auf kostentheoretische Überlegungen eingehen zu wollen,[145] wird doch deutlich, daß hier weniger Gewicht auf das Zusammenwirken der Vorgänge

---

141) Vgl. Männel, W.: a.a.O., S. 21.
142) Vgl. Schäfer, E.: Losgröße und Kostengestaltung. In: "Zeitschrift für Betriebswirtschaft" (ZfB), 8. Jg. 1931, Heft 11, S. 825.
143) Ludwig, Helmut: Die Größendegression der technischen Produktionsmittel. Köln und Opladen 1962, S. 82.
144) Vgl. derselbe, a.a.O., S. 83.
145) Vgl. dazu z.B. Schäfer, E.: Die Unternehmung, S. 220 ff.; derselbe: Losgröße und Kostengestaltung, a.a.O., S.823 ff.; Riebel, P.: Das Problem der minimalen Auftragsgröße, in: ZfhF (1960) 12, S. 651 ff.; Ludwig, Helmut: a.a.O., S. 82 ff.

des Fertigungsablaufes zu einem lückenlosen Geschehen - wie es bei den Zwischenlagern des Leistungsausgleiches der Fall war - gelegt wird, sondern daß es mehr auf ihre weitgehend voneinander unabhängige Arbeitsweise ankommt, die unter dem Gesichtspunkt einer möglichst guten Ausnutzung der Stückkostendegressionen bei den einzelnen Betriebsmitteln steht. Im Vordergrund der Ursachen für die Lagerbildung stehen

1. die Beschäftigungsdegression,
2. die Auflagendegression[146] und
3. die Größendegression[147] der technischen Produktionsmittel. (146)

Welche dieser Degressionsarten genutzt wird und in welchem Umfange das geschieht, richtet sich nach den Gegebenheiten des jeweiligen Fertigungsablaufes. Wegen der inneren Verwandtschaft der Degressionsarten läßt sich auch nicht in jedem Falle eindeutig feststellen, welche nun gerade vorliegt. Vielfach treten sie vereint und ineinandergelagert auf. Daher werden diese Zwischenlager mit der Sammelbezeichnung "Degressionsbedingte Lager" zu umreißen versucht.
Beim Einsatz von Fertigungseinrichtungen nach diesen Vorstellungen ist darauf zu achten, daß die dabei zu bildenden Zwischenlager in solcher Höhe angelegt werden, die gewährleistet, daß die folgenden Stationen des Fertigungsablaufes für die Zeit versorgt sind, in der die Betriebsmittel für andere Stationen genutzt werden.[148]

Die bisherigen Darlegungen sollen anhand des folgenden Beispieles kurz erläutert werden.
Lauke[149] schildert die Herstellung einer Vorderachse (A), einer Hinterachse (B) und einer Bremstrommel (C). Die Reihen-

---

146) Vgl. Männel, W.: a.a.O., S. 22.
147) Ludwig, H.: a.a.O., S. 67: "Wir verstehen unter Größendegression der technischen Produktionsmittel die Tatsache, daß mit fortschreitender Produktionsmittelgröße (Leistungszunahme) die gesamten Betriebskosten unterproportional anwachsen und demnach die Stückkosten fallen."
148) Vgl. Peiseler, Gottfried: Zeitgemäße Betriebswirtschaft. Leipzig und Berlin 1921, I. Teil; Grundlagen, S. 16.
149) Lauke, H.L.: a.a.O., S. 85 ff.

folge der Maschinen und die Dauer der Einzeloperationen enthält die Aufstellung in Abb. 31.

Reihe A Vorderachse			Reihe B Hinterachse			Reihe C Bremstrommel		
Nr.	Maschine	Min.	Nr.	Maschine	Min.	Nr.	Maschine	Min.
1a	Doppel-Bohrwerk	10	1b	Gridley-Automat	8,2	1c	Drehbank	8,0
2a	Revolver-bank	13,0	2b1	Automat	16,0			
3a	Revolver-bank	8,7	2b2 3b	Automat Drehbank	16,0 8,2			
4a	Vielstahl-drehbank	5,4						
5a	Drehbank	8,2						
6	Mehrspin-delbohr-masch.	1,1	6	Mehrspin-delbohr-masch.	1,1	6	Mehrspin-delbohr-masch.	1,25
7	Einspin-delbohr-masch.	2,7	7	Einspin-delbohr-masch.	1,5	7	Einspin-delbohr-masch.	
8	Mehrspin-delbohr-masch.	2,3	8	Mehrspin-delbohr-masch.	1,4			
9	Doppel-fräsmasch.	1,25	9	Doppel-fräsmasch.	1,25			
10	Bohrma-schine	7,5	10	Bohrma-schine	3,65			
			11b	Nutenzieh-maschine	3,6			
			12b	Fräsma-schine	3,3			

Abb. 31 Reihenfolge der Maschinen und Dauer der Arbeitsoperationen bei Herstellung dreier Produkte auf denselben Maschinen nach Lauke.

Dadurch, daß alle drei Reihen über die Maschinen 6 und 7 und die Reihen A und B über die Maschinen 8 bis 10 laufen, ergibt sich folgendes Anordnungsschema (s. Abb. 32), wobei alle Maschinen durch Gleitbahnen verbunden sind.

Reine Lager des Leistungsausgleiches (nicht eingezeichnet!)

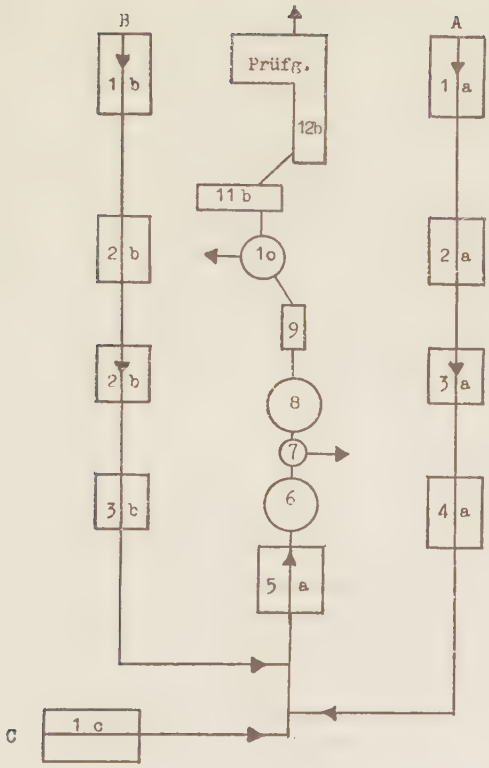


Abb. 32 Durch Gleitbahnen verbundene und zu Zwischenlagern führende Anordnung der Maschinen zur Herstellung von Vorder- (A) und Hinterachsen (B) sowie von Bremstrommeln (C).[150]

---

150) Nach Lauke, H.L.: a.a.O., S. 86.

sind notwendig "vor den Maschinen mit gegenüber anderen sehr hoher Leistung", "bevor die Arbeit in Angriff genommen werden kann".[151] Lager zur Ausnutzung der Stückkostendegression befinden sich vor dem Kopplungspunkt 6. Dadurch, daß die Maschinen 6 und 7 "parallel für eine zweite und dritte Fließreihe Verwendung finden können, und somit höchst wirtschaftliche Ausnutzung erfahren",[152] jeweils aber in wechselnden Serien von Maschine 6 an gearbeitet wird, sind Zwischenlager an dieser Stelle notwendig. Sie sind sowohl erforderlich, um die gemeinsam genutzten Maschinen zeitlich auszulasten, als auch bestimmte Mindestmengen (nach Lauke "Serien") anzusammeln, die eine Neueinrichtung der Maschine lohnend erscheinen lassen.

Zwischenlager der zur Ausnutzung der Transportkostendegression entstehen dann, wenn z.B. e i n Transportmittel zum Zwecke der zeitlichen Auslastung für m e h r e r e Stellen arbeitet. Dabei kann der Fall eintreten, daß es nicht zu dem Zeitpunkt verfügbar ist, zu dem es benötigt wird, weil der in der Zwischenzeit durchgeführte Transportvorgang noch nicht abgeschlossen ist. Da dadurch der Fertigungsablauf unterbrochen würde, muß jede Bedarfsstelle vor Abzug des Transportmittels ausreichend versorgt sein. Weil eine wirtschaftliche Mindestmenge transportiert werden soll oder wurde, können sich solche Zwischenlager vor Beginn oder nach Abschluß eines Transportvorganges ansammeln.

e) Lager zur Ablaufverbesserung und -vermittlung

Während bei der Bildung von Zwischenlagern zur Ausnutzung der Stückkostendegression bestimmte Kalküle zugrunde liegen, gibt es darüber hinaus Zwischenlager, die im Grunde ebenfalls auf den Überlegungen beruhen, die Vorgänge des Fertigungsablaufes wirtschaftlicher zu gestalten. Nur sind dies nicht so eindeutig faßbare rechenhafte Überlegungen, sondern sie sind mehr allgemeiner Natur und zielen darauf, Vorgänge

---

151) Lauke, H.L.: a.a.O., S. 87.
152) Derselbe, a.a.O., S. 85.

rationeller und koordinierter ablaufen zu lassen. Betroffen werden davon wiederum Vorgänge des Fertigens wie des Transportes.

ea) Umschlaglager

Durch den Gebrauch des Wortes "Umschlag" soll deutlich gemacht werden, daß der betriebliche Güterstrom an Umschlagstellen eine Umsetzung und Änderung hinsichtlich seines Inhaltes, seiner Breite, Richtung und Geschwindigkeit dadurch erfährt, daß die ihn ausmachenden Produktmengen vereinigt, verzweigt, unterteilt, zusammengefaßt und aufgespalten werden. Die Umschlagtätigkeit dient nicht ausschließlich Transportvorgängen, obwohl sie vorwiegend in diesem Zusammenhang hervortritt.
Umschlaglager finden sich z.B. vor und nach einer Fertigungsstation, wenn sie Erzeugnisse von verschiedenen vorgeschalteten Stationen erhält, bzw. an verschiedene nachgeschaltete Stationen ihre Erzeugnisteile weitergibt. Umschlaglager treten z.B. auf zwischen Fertigungsstufen, die mit einer unterschiedlichen Anzahl parallel arbeitender Maschinen ausgestattet sind. Hier wird der Ausstoß der einen Stufe im Zwischenlager vereinigt und dann entsprechend der Anzahl der Fertigungsstationen der folgenden Stufe verzweigt (s. Abb. 33). Umschlaglager bilden sich ebenfalls, wenn verschiedene Güter bis zu oder von einem "Umschlagplatz"[153] ein gemeinsames Transportmittel benutzen, weil ihnen der Transportweg gemeinsam ist und sie sich somit wirtschaftlicher transportieren lassen. Von oder zu diesem Punkte werden sie mit ihnen spezifischen Transportmitteln über andere Strecken und nach anderen Regeln bewegt. Umschlaglager entstehen hier an Stellen, an denen das Transportmittel gewechselt wird.
Ebenso kann beispielsweise der gleich- oder verschiedenartige Ausstoß einer Anzahl benachbarter (evtl. parallel angeordneter, siehe das Beispiel oben, Abb. 33) Maschinen vereinigt werden. Am Ende des Transportvorganges ist wieder

---

153) Köhler, D.: a.a.O., S. 104 ff.

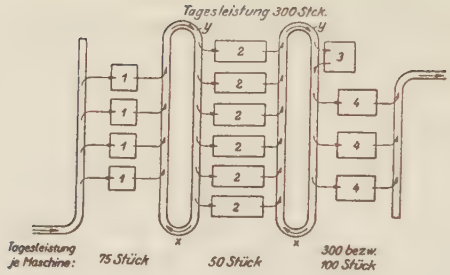


Abb. 33 Bewegliche Umschlaglager zwischen mit unterschiedlicher Anzahl von Maschinen besetzten Fertigungsstationen.[154)]

ein Umschlaglager, das die Verteilung oder Aufspaltung oder Verzweigung vornimmt. Dieses Verfahren hilft, den häufigen Transport kleiner Mengen zu vermeiden.[155)]
In den Umschlaglagern treffen also aus den verschiedensten Bereichen und Richtungen des Fertigungsablaufes Erzeugnisströme aufeinander, die an diesen Knotenpunkten, weil sie gemeinsame Fertigungs- und Transportstationen durchlaufen können oder sollen, koordiniert und rationeller gestaltet werden.
Es ließe sich eine Vielzahl anderer und ähnlicher Gegebenheiten beschreiben, bei denen es um die verbesserte Durchführung von Aufgaben geht. Der Grundvorgang hingegen ist immer der gleiche. Es werden von verschiedenen Fertigungs- und Transportvorgängen herkommende Ablauflinien im Umschlagspunkt vereinigt und wiederum - jetzt aber in anderer zeitlicher Form und anderer quantitativer und/oder qualitativer Zusammensetzung - gemeinsam oder verzweigt[156)] weitertransportiert oder -verarbeitet. Andererseits kann ein ankommender Strang an einem solchen Umschlagspunkt auch in mehrere Einzelstränge aufgespalten werden.

---

154) Aus Handbuch der Rationalisierung. Herausgegeben vom RKW, 2. Aufl. Berlin 1930, S. 347.
155) Vgl. Rahm, Walter: a.a.O., S. 69.
156) Vgl. Köhler, D.: a.a.O., S. 108.

Die Aufgaben und der Zweck der Umschlaglager sind also recht vielfältig. Sie bestehen, um den Güterstrom des Fertigungsablaufes zu vereinigen, ihn in Bezug auf den Inhalt als auch in seiner quantitativen und qualitativen Zusammensetzung und Aufteilung sowie in seinem weiteren zeitlichen Ablauf umzuwandeln und um ihn evtl. aufzuteilen. Damit dienen sie letztlich der Verbesserung und Vermittlung des Fertigungsablaufes.

eb) Lager zur Assortierung

Den Umschlaglagern wurde unter anderem zum Zwecke der Weiterverarbeitung oder des Transports die Aufgabe der inhaltlichen Umstrukturierung der verschiedenen Stränge des Fertigungsablaufes zugeschrieben. Damit ist gemeint, daß bei der Vereinigung dreier Linien mit drei verschiedenen Teilprodukten zu einer einzigen mit neuer Zusammensetzung diese einen neuen Inhalt hat. Dasselbe gilt, falls ein gemeinsamer, nicht homogener Strom in homogene Einheiten aufgegliedert und weitergeleitet wird.
Besteht nun die Aufgabe eines Zwischenlagers vorwiegend darin, Erzeugnisse aus Vorstufen zu einem Sortiment zusammenzustellen bzw. zusammenzuziehen und aufzubewahren, bis das für den nächsten Fertigungs- oder Transportgang notwendige Sortiment vollständig ist [157], so liegt eine ganz b e w u ß t e inhaltliche Gestaltung hinsichtlich der Zusammensetzung des Materialstromes für die folgenden Stationen vor.
Während das bei den Umschlaglagern nur eine sich nebenbei ergebende Tätigkeit neben anderen ist, ist sie hier der Hauptzweck. Lager zur Assortierung bilden sich weniger vor Transport- als vor Fertigungsvorgängen. Insbesondere dienen sie dazu, die Montage [158] rationell zu gestalten. Diese wird erst dann in Angriff genommen, wenn und sobald die dafür notwendigen Materialien im Zwischenlager vorhanden

---

157) Vgl. Köhler, D.: a.a.O., S. 110.
158) Derselbe, a.a.O., S. 126.

sind. Damit kommt dem Assortierungslager ablaufvermittelnde und -koordinierende Funktion zu[159]. Es tritt besonders dort in Erscheinung, wo eine Vielzahl von Stationen an zum Endprodukt gehörigen Teilen oder Teilegruppen arbeitet, es aber nicht gelingt, Transport- und Fertigungsvorgänge auf den Zeitpunkt des Beginns des folgenden Vorganges abzustimmen.
Das Zusammenstellen von Materialien zu Sortimenten (z.B. Gruppen zusammengehöriger Teile) kommt in ähnlicher Form auch bei den Bereitstellungslagern vor, allerdings mit dem entscheidenden Unterschied, daß sie für die e r s t m a l i g e Ingangsetzung eines Ablaufvorganges sorgen, das Sortimentierungslager aber den rationellen Weiterlauf, also die inhaltliche und zeitliche Umordnung des Fertigungsablaufes selbst sichert. Der Inhalt der Assortierungslager stammt bereits aus dem Fertigungsgeschehen. Die Funktion der Bereitstellung, wie sie hier verstanden wird, ist innerhalb des Fertigungsablaufes nicht denkbar.

Beide, das Umschlags- und Assortierungslager wirken regulierend auf den Erzeugnisfluß ein, letzteres durch die mit zeitlicher Koordination verbundene "art- und zahlenmäßige, richtige Zusammenstellung"[160] des Materialstromes.

ec) Ansammlungslager

Eine dritte Form der Zwischenlagerung, die sich unter dem Oberbegriff Ablaufverbesserung und -koordination einreihen läßt, stellt das Ansammlungslager dar. Zwar findet bei Umschlaglagern, bei Lagern der Assortierung wie überhaupt bei jedem Lager eine Ansammlung von Gütern statt, aber nicht dieser Tatbestand an sich ist hier gemeint.

In räumlich wie auch zeitlich wenig gebundenen und hinsichtlich ihres Programms wenig plan- und abstimmbaren Fertigungsabläufen übernimmt das Ansammlungslager die Funktionen der

---

159) Vgl. Reichel, Kurt: Fabrikorganisation, Die kaufmännischen Verwaltungsabteilungen des Fabrikbetriebes. Berlin, Wien 1929, S. 75 f.
160) Köhler, D.: a.a.O., S. 107.

Mengenkonzentration und der zeitlichen Koordination zwischen den einzelnen Fertigungsablaufstationen.
So werden Mengen in Behältern oder sonstigen Einheiten gesammelt, um Fertigungs- und Transportakte wirtschaftlicher durchzuführen.[161] Vor und hinter den Stationen der Fertigung und des Transports bilden sich häufig solche Zwischenlager.
Neben der Aufgabe des Ansammelns von Einheiten von Erzeugnissen, die gleiche Fertigungs- oder Transportstationen zu durchlaufen haben, zu größeren, sich lohnenden Sätzen übernehmen die Ansammlungslager auch eine zeitliche Koordination. Sie nehmen Erzeugnisse auf, die gleichsam aus der direkten Linie des Fertigungsablaufes herausgenommen worden sind, weil Transportmittel oder Maschinen anderweitig besetzt sind. Das mag eintreten, weil keine reibungslose Abstimmung in der zeitlichen Nutzung der Anlagen und Arbeitskräfte vorliegt oder möglich ist oder aber kurzfristige Änderungen im Produktionsprogramm vorgenommen werden, so daß andere Produkte bevorzugt gefertigt werden.[162]

Unter dem Begriff Ansammlungslager sind also solche Zwischenlager zu verstehen, in denen sich Erzeugnisse ansammeln, die entweder in größeren, sich lohnenden Mengen die nächste oder mehrere folgende Stufen des Fertigungsablaufes gemeinsam durchlaufen sollen (Mengenkonzentration) oder die aus Gründen der fehlenden oder geänderten terminlichen Abstimmung in der Aufeinanderfolge der Vorgänge des Fertigungsablaufes aus der Linie des Fertigungsablaufes herausgenommen worden sind und jetzt zeitlich wieder in den Ablauf eingefügt werden sollen (zeitliche Koordination).

f. Lager der Ablaufsicherung

Als letztes Zwischenlager soll ein Typ behandelt werden, der sich von den anderen insofern unterscheidet, als er

---

161) Vgl. Männel, W.: a.a.O., S. 31.
162) Vgl. derselbe, a.a.O., S. 29.

nicht dazu dient, die normalen Unregelmäßigkeiten und die mangelnde Abstimmung der Ablaufstationen zu überbrücken und zwischen den Eigenheiten der verschiedenen Vorgänge zu vermitteln.
Während die bisher genannten Zwischenlager dadurch motiviert sind, ein bestimmtes Ablaufgeschehen herbeizuführen und zu gewährleisten, werden manche Materialien einzig aus dem Grunde im Fertigungsablauf gehalten, um Unterbrechungen im Ablaufgeschehen entgegenzuwirken. Diese Zwischenlager werden in Anspruch genommen, sobald unabwendbare und unvorhersehbare technische Ursachen den Ausfall einer Station[163] oder einer Reihe von Stationen[164] zur Folge haben. Die Unterbrechungen können unregelmäßig, beispielsweise durch plötzliches Versagen eines Vorganges oder durch fehlerhafte Arbeitsweise[165] oder auch regelmäßig wie z.B. wegen Werkzeugwechsels auftreten.

Zwischenlager der Ablaufsicherung sind nicht in jedem Falle notwendig. Vielfach sind aufeinander folgende Vorgänge nur locker verknüpft, so daß Störungen aufgrund der Möglichkeit, kurzfristig umzudisponieren, oder durch die ohnehin schon zahlreichen Zwischenlager anderer Art überbrückt werden können. Sie sind vorwiegend dort erforderlich, wo aufgrund der engen Verknüpfung aufeinander folgender Vorgänge beim Ausfall einer Station oder ihrer quantitativer oder qualitativer Minderleistung eine ganze Kette miteinander verbundener Vorgänge zum Erliegen kommt[166].
Aber auch hier ist es noch ein wirtschaftliches Problem, ob solche Lager angelegt werden oder die Unterbrechungen hingenommen werden. Die Wahrscheinlichkeit und die Erfahrung hinsichtlich Häufigkeit, Dauer und Auswirkung auf die Nachstufen sind Faktoren, die für Anlage und Umfang eines

---

163) Vgl. Heiner, H.-A.: a.a.O., S. 139; Schulte, H.: a.a.O., S. 54 f.
164) Vgl. RKW: Automatisierung. Stand und Auswirkungen in der Bundesrepublik Deutschland. München 1957, S. 43.
165) Vgl. Peiseler, Gottfried: a.a.O., S. 16; Kaps, Karl-Heinz: Die Bedeutung der Lagerhaltung für die Produktionsplanung in Industriebetrieben. Diss. TH Aachen 1964, S. 17.
166) Vgl. "Hütte", a.a.O., Bd. III, S. 1102.

solchen Lagers bedeutsam sind. Nicht selten befinden sich an diesen neuralgischen Punkten auch Reservemaschinen[167] oder es ist für einen Transportnotdienst gesorgt.
Neben den Lagern der Bereitstellung sind es die Lager der Ablaufsicherung, auf die, sofern sie einmal eingeplant sind, nur selten oder überhaupt nicht verzichtet werden kann. Sie treten nicht in jedem Falle als separate Einheit auf, da sie, sozusagen den ständigen Grundbestand bildend, von Materialstrom durchflossen werden oder mit Lagern anderer Funktion vereinigt sind. Zwischenlager der Ablaufsicherung können räumlich in den Fertigungsstrom eingeordnet oder aber auch neben ihm angeordnet sein.

Abschließend bedarf noch der Erwähnung, daß nicht jeder Fertigungsablauf alle Arten von Zwischenlagern, die hier unterschieden wurden, aufweist. Mancher dieser Lagertypen ist nur in ganz bestimmten Verhältnissen vorzufinden. Außerdem zeigt sich gemeinhin, daß die Zwischenlager selten nur eine Funktion erfüllen. Ganz abgesehen von dem räumlichen Zusammenfallen der verschiedenen Zwischenlager, überlappen und überdecken sich die Aufgaben bzw. Zwecke. Deshalb ist es nicht immer leicht auszumachen, welche Art von Zwischenlager jeweils vorliegt oder welche Funktion den Lagertyp prägt, weil sie lediglich dominiert.
Dennoch erschien es notwendig, einige Arten von Zwischenlagern zu unterscheiden, weil in den verschiedenen Fertigungsabläufen Zwischenlager der einen oder anderen Art mehr oder weniger häufig anzutreffen sind und sich unter Umständen gegenseitig ausschließen.
Die für die verschiedenen Arten von Zwischenlagern gewählten Benennungen sind ein Versuch, die Wesensart der Zwischenlager in einer Benennung zu erfassen. Im vollen Umfang gelingt es nicht, den ihnen zugrunde liegenden erklärungsbedürftigen und komplexen Sachverhalt zu umreißen. Es ging darum, die Grundsituationen zu verdeutlichen, aus denen Zwischenlager mit ganz unterschiedlichen Rollen und Aufgaben not-

---

1) 167) Vgl. RKW.-Auslandsdienst, Heft 63, a.a.O., S. 36.

wendig und somit auch zu unterscheiden sind, auch wenn das sprachlich verschiedentlich zu unbefriedigenden Bezeichnungen führt.

6. Beziehungen der Funktionen Fertigen, Transport und Lagern untereinander

Nach der getrennten Behandlung des Transportes und der Zwischenlagerung im Industriebetriebe ist es notwendig, noch einmal auf ihr mehr funktionales Zusammenspiel zurückzukommen. Im Rahmen der Ausführungen über die den Fertigungsablauf ausmachenden Grundfunktionen konnte das nicht geschehen, weil es noch der darauf folgenden Überlegungen bedurfte. Im weiteren handelt es sich um die Fragen der Bedeutung und der Unabdingbarkeit der Funktionen des Fertigungsablaufes und um ihre Abgrenzung voneinander.

a) Rangordnung der Funktionen

Der technologische Prozeß der Leistungserstellung im Industriebetrieb wurde als Fertigungsablauf bezeichnet. Damit soll zum Ausdruck gebracht werden, daß es sich hierbei um ein örtlich-zeitliches Geschehen und einen Werdegang des Produktes in Richtung auf das Fertigungsziel handelt.
Das Transportbedürfnis wurde darauf zurückgeführt, daß sich ausgenommen wenige Fälle der quasi punktförmigen Produktion,[168] dieser Werdegang des Produktes in der Regel nicht an einem Ort vollzieht. Das Fertigungsobjekt muß mit den auf ihn einwirkenden Personen und Sachmitteln zum Zwecke der Fertigung örtlich vereinigt werden. Dies ist die wichtigste Aufgabe des Transports.
Verschiedentlich wird die Auffassung vertreten, die Notwendigkeit zur Ortsveränderung resultiere aus der Arbeitsteilung, durch die aus ökonomischen Gründen der Fertigungsablauf künstlich auseinander gezogen worden sei[169]. Es ist damit nur <u>eine</u> Wurzel aufgezeigt, wenn gesagt wird, "der

---

168) Vgl. A. I. 3.
169) Vgl. Bezdecka, H.: a.a.O., S. 46; Mellerowicz, K.: a.a.O., 2. Bd., S. 268; Bolte, H.-J.: a.a.O., Bd.4, S.3.

innerbetriebliche Transport ergibt sich aus der im Industriebetrieb bestehenden Arbeitsteilung und nimmt mit deren Vertiefung ständig an Umfang und Bedeutung zu".[170]
Neben dieser künstlich erreichten Arbeitsteilung stehen alle jene Fertigungsprozesse, die in natürlich sich anbietende Abschnitte zerfallen, was auch fast immer einem räumlichen Auseinanderfallen entspricht. Hier kann von einer Arbeitsteilung im obigen Sinne nicht gesprochen werden, auch wenn es häufig gelingt, diese durch natürliche, technische Gründe bedingte Aufgliederung eines gesamten Fertigungsprozesses z.B. durch Anwendung neuer technischer Verfahren in einer Maschine zu vereinigen und dadurch Transporte zu vermindern. Die Arbeitsteilung ist ein bewußter Akt. Aber auch in Fällen, in denen sie nicht vorgenommen wurde, zerfällt der Fertigungsablauf häufig in mehrere selbständige Teile. Das ergibt sich auch aus der Überlegung, daß die Fertigung nur in seltenen Fällen uno actu geschehen kann, weil sie eben nicht einstufig ist.

"Wird die zur Herstellung von Erzeugnissen erforderliche Arbeit lediglich von einer Person geleistet, dann sind gewissermaßen sämtliche Arbeitsverrichtungen und Erzeugungsstufen in der Person des Arbeitenden zu einer Einheit verbunden."[171] "Das in einer Person zu vollziehende Nacheinander von Arbeitsabschnitten läßt, da es in einer Person integriert ist, keine Arbeitsteilung zu".[172] Das Fehlen der Arbeitsteilung bedeutet aber nicht, daß es keine Transportakte in diesem von einer Person getätigten Fertigungsablauf gibt.
Ähnlich ist es z.B. auch in der chemischen Produktion, wo die "Eigenart der chemischen Reaktionsprozesse verlangt, daß der Prozeß nicht unterbrochen werden darf, solange kein stabiler Endzustand erreicht ist". "Der Produktionsverlauf läßt sich deshalb nicht in beliebige Abschnitte zerlegen,

---

170) Merbach, H.: a.a.O., S. 15.
171) Gutenberg, E.: a.a.O., S. 96.
172) Derselbe, a.a.O., S. 106.

weil die Reaktionsabläufe nicht willkürlich unterbrochen werden können".[173] Auch hier liegt keine Arbeitsteilung vor, dennoch sind Transporte z.B. zwischen den einzelnen Reaktionsräumen und -abschnitten notwendig.
Die Notwendigkeit des Transportes im Rahmen des Fertigungsablaufes ist also nicht allein auf die Arbeitsteilung zurückzuführen. Wohl aber ist es möglich, die die Arbeitsoperationen verbindenden Transportleistungen zu reduzieren, indem durch technische oder organisatorische Maßnahmen versucht wird, Fertigungsabschnitte näher zueinander zu bringen oder sogar zu vereinigen. Selten aber wird man ganz auf Transporte verzichten können. Selbst bei einstufigen Fertigungsprozessen sind vor und nachher Fördervorgänge notwendig.
"Das Förderwesen eines Betriebes stellt ein eigenes Gebiet der Leistungserstellung dar. Hier werden Transportleistungen erstellt, die zur Ermöglichung des Fertigungsprozesses notwendig sind. Ohne (Material-)Transport läßt sich eine Durchführung fertigungstechnischer Prozesse nicht vorstellen".[174] (Klammern vom Verfasser!) "Das Förderwesen ist mit der Fertigung derart integriert, daß es zum notwendigen Bestandteil jedweder Produktion wird. Der Ausfall nur eines "Transport-" (vom Verfasser eingefügt) Gerätes in Schlüsselstellung stoppt zwangsläufig die Fertigung".[175]

In dieser engen Verknüpfung von Fertigen und Transport liegt auch die Schwierigkeit begründet, eine Aussage darüber zu machen, welche der beiden Funktionen bei einer gegenseitigen Abwägung wie auch aus der Sicht des Fertigungsablaufes die übergeordnete oder wichtigere ist. Ein Fertigungsablauf ist nicht ohne Fertigen aber auch nicht ohne Transport möglich; es besteht eine untrennbare Verbundenheit. "Die innerbetriebliche Güterbewegung liegt nicht vor und nicht nach dem Produktions-, Verarbeitungs- oder Bearbeitungsprozeß, sondern wird innerhalb dieses Vorganges einmal oder

---

173) Riebel, P.: Industrielle Erzeugungsverfahren, S. 73.
174) Voitl, W.: a.a.O., S. 26.
175) Bezdecka, H.: a.a.O., S. 39.

häufiger nötig und ermöglicht erst seine Abwicklung, sie kann nicht aus ihm herausgelöst werden, sie ist vielmehr ein Teil davon".[176] Von der Bedeutung für den Fertigungsablauf her läßt sich eine Rangfolge der beiden nicht ableiten.
Von der Zielsetzung des betrieblichen Produktionsprozesses her aber ist das Fertigen der die eigentliche produktschaffende Veränderung ausmachende Kernvorgang und der Transport erbringt fertigungsnotwendige "Hilfsleistungen zur Erzielung einer Hauptleistung, die sich im Erzeugnis darstellt".[177] So steht der Transport im Range einer Hilfsfunktion zur Fertigungsfunktion.[178] Abschließend läßt sich übereinstimmend mit Merbach sagen, daß das Endprodukt des Betriebes gemeinsames Ergebnis[179] der eigentlichen Produktionsvorgänge und des innerbetrieblichen Transportes ist, wobei ersteren die primäre Bedeutung zukommt.[180]
Das Fertigen ist für den Fertigungsablauf die den eigentlichen Werdegang des Produktes bewerkstelligende Funktion und der Transport die ablaufbewirkende Funktion. Es verbleibt die Frage nach der Bedeutung der Funktion des Lagerns mit ihren verschiedensten, dem Fertigungsablauf dienenden Aufgaben. Welche Bedeutung hat sie für das Zustandekommen des Fertigungsablaufes, und welchen Rang hat sie im Vergleich zu den anderen beiden Funktionen?

In den vorigen Kapiteln wurde die Zwischenlagerung wie auch die anderen Funktionen lediglich daraufhin untersucht, welche Rolle sie im Rahmen des Fertigungsablaufes spielt, nicht aber ihre Bedeutung für dessen Zustandekommen.

---

176) Linden, W.: Der Werkverkehr mit Kraftfahrzeugen in der Verkehrspolitik unserer Zeit. Frankfurt a.M. 1949, S. 21.
177) Heiner, H.-A.: a.a.O., S. 16.
178) Vgl. Still, Tom: a.a.O., S. 18.
179) Vgl. Merbach, H.: Zu Fragen des innerbetrieblichen Transports. Berlin 1957, S. 7.
180) Fritz Henzel (Erfassung und Verrechnung der Gemeinkosten in der Unternehmung. Berlin-Wien 1931, S. 219) nennt die "Verkehrsfunktion in hohem Grade mit der Erzeugungsfunktion verwandt".

Die industrielle Wirklichkeit zeigt, daß die Regulierungen der Geschwindigkeit, der Breite, der Zusammensetzung, des Weiterfließens und der zeitlichen Folge des Fertigungsablaufes durch die Lager nicht notwendigerweise im gleichen Ausmaße und alle gemeinsam durchgeführt zu werden brauchen. Technisch-organisatorische Maßnahmen lassen alle oder einige Lagerfunktionen überflüssig werden. Alle Güter im Fertigungsablauf unterliegen im Idealfalle dem Fertigen und dem Transport. Beispiele hierfür sind Transferstraßen, auf denen sich soviele Fertigungsobjekte wie Stationen befinden, daß die Gegenstände entweder in Bewegung oder in Bearbeitung sind. Ähnliche Verhältnisse lassen sich bei Prozeßbetrieben in der chemischen Industrie finden. Die in einem geschlossenen Röhrensystem ablaufende Zwangslauffertigung[181] vollzieht sich ohne Zwischenlagerung. Ist das Fertigen, sofern es in mehreren Abschnitten geschieht, nicht ohne Transport vorstellbar, so gilt das nicht mit dem gleichen Zwang für das Lagern.

Die Ausführungen mögen verdeutlichen, wie die Funktion (Zwischen-) Lagern nicht von gleicher Unabdingbarkeit für das Zustandekommen des Fertigungsablaufes ist wie die Transportfunktion. Und sie mögen ferner zeigen, daß sie damit auch rangmäßig unter jenen steht. Damit ist aber nicht gesagt, man könne auf sie überhaupt und in jedem Falle verzichten. Ob und in welchem Ausmaße sie und mit welcher ihrer Teilfunktionen sie in den einzelnen Betrieben zur Geltung kommt, ist eine Frage der wirtschaftlichen Gestaltung des gesamten Zusammenspiels der drei Funktionen bzw. des Fertigungsablaufes. Ist ein Ablauf ohne Zwischenlager nicht möglich oder einmal unter Einschluß von Zwischenlagern geplant, dann sind Zwischenlager genau so unabdingbar wie der Transport. Generell und von vornherein ist das aber nicht der Fall (s. Abb. 34).

---

181) Gutenberg, E.: a.a.O., S. 104.

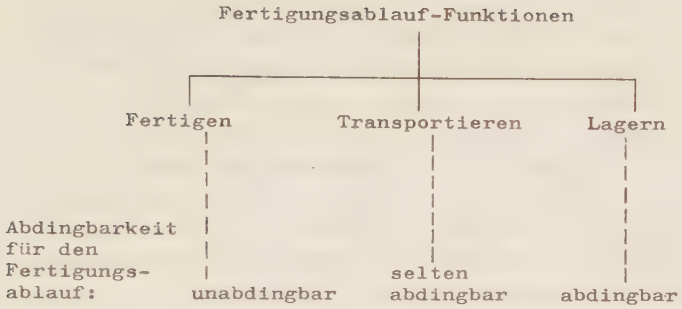


Abb. 34 Abdingbarkeit der Funktionen des Fertigungsablaufes im Hinblick auf dessen Zustandekommen

Von Zwischenlagern, die absichtlich im Fertigungsablauf gebildet werden, und die nicht eine Folge schlechter Organisation sind, kann nicht gesagt werden,[182] daß sie unerwünscht sind. Es liegt in der Logik eines rational gestalteten Fertigungsablaufes, daß mit der Entscheidung zur Einrichtung von Zwischenlagern die als die unter den betreffenden Umständen wirtschaftlichste und daher auch erwünschte Lösung gefunden ist.

Aber noch ein anderer Vorgang wird aus den obigen Überlegungen deutlich. Zwischenlager sind die Folge einer wirtschaftlich nicht vertretbaren oder technisch nicht durchführbaren allumfassenden und zeitlich lückenlosen Verkettung in der Aufeinanderfolge von Fertigungs- und Transportvorgängen eines Fertigungsablaufs. Da eine technische Durchführbarkeit so gut wie immer gegeben sein wird, läßt sich folgern, daß Zwischenlager eine Folge der wirtschaftlichen Gestaltung des Produktionsprozesses sind.

---

182) Vgl. Kaps, K.-H.: a.a.O., S. 17; Fackelmeyer, A.: Materialfluß und Lagergestaltung. In: Fördern und Heben, 6. Jg. 1956, S. 1151.

Diese Feststellungen über die grundsätzliche Rangfolge der Funktionen des Fertigungsablaufes und über die Möglichkeit, auf ihre Mitwirkung am Fertigungsablauf zu verzichten, schließen nicht aus, daß der Anteil der Transport- und auch der Lagervorgänge am gesamten Ablaufgeschehen äußerlich über dem der Vorgänge der Fertigungsfunktion liegt. Solch eine relative Transport- und Lagerbetontheit des Fertigungsablaufes durch die faktische Ausprägung der Transport- oder Lagerfunktion im Fertigungsablauf besagt nichts über die grundsätzliche Rangfolge der drei Funktionen.

b) Praktische Abgrenzung der Funktionen

ba) bei alternierendem Aufeinandertreffen

Auf den ersten Blick erscheint es einfach, festzustellen, welcher Vorgang als Fertigungs-, Transport- oder Lagervorganz anzusehen ist. Entsprechend den drei Definitionen von Fertigen, Transportieren und Lagern ließe sich eine klare Grenzziehung vornehmen. Danach wird gefertigt, wenn auf das Fertigungsobjekt zum Zwecke seiner wesensmäßigen Veränderung eingewirkt wird. Es wird transportiert, wenn Personen und Güter bewegt werden. Gelagert wird, wenn sich Güter aus anderen Gründen als denen des Fertigens und Transportierens im Fertigungsablauf befinden und im Hinblick auf dessen Eigenarten und Erfordernisse gehalten werden.[183)]

So deutlich die begriffliche Scheidung sein mag, ergeben sich doch Schwierigkeiten in der praktischen Zuordnung, wenn es darum geht, die faktischen Vorgänge voneinander abzugrenzen. Hier zeigt sich, daß insbesondere die Transportfunktion in die anderen beiden hineinzureichen scheint, weil Fertigen und Lagern mit Bewegungsvorgängen verbunden sind, und es fragt sich, wo z.B. das Fördern endet und das Fertigen beginnt.

---

183) Ähnliche Überlegungen werden in Verbindung mit der Aufgliederung der Gesamtfertigungsdauer in Fertigungs-, Förder- und Lagerzeiten angestellt. Vgl. z.B. Still, Tom: a.a.O., S. 19 f.

Das soll an einigen Beispielen aufgezeigt werden. Wird beispielsweise ein Werkstück durch das Transportmittel direkt in die Maschine eingeführt, von dieser arretiert, bearbeitet und vom Transportmittel wieder aus der Maschine herausgezogen und weiterbefördert, so lassen sich Beginn und Ende des Transportes klar scheiden. Läuft nun die Transporteinrichtung neben der Maschine her, so daß das Fertigungsobjekt von einem Arbeiter abgenommen werden, eingespannt, ausgespannt und abgelegt werden muß, so erhebt sich die Frage, ob dieser Arbeiter einem Fertigungs- oder Transportvorgang dient. Weil Abnehmen vom Transportmittel und Einspannen in die Maschinen in einem Arbeitsgang, der unmittelbar und vorbereitend dem eigentlichen Fertigungsablauf dient, geschehen, werden sie hier dem Fertigen zugerechnet.[184] Solche vor dem eigentlichen Kernvorgang der Be- oder Verarbeitung liegende Tätigkeiten sind vielfach für das Fertigungsergebnis wichtiger als dieser selbst; so z.B. das Einspannen eines Werkstückes in eine Werkzeugmaschine oder das genaue Zusammenstellen von Mischungen bei der chemischen und pharmazeutischen Produktion.
Legt der Arbeiter in eine Greif- oder Vorschubeinrichtung[185] ein, ist das Transportarbeit, weil das "mundgerechte" Einführen und -spannen von der Maschine selbst getan wird. Seine Tätigkeit dient dem Heranbringen des Werkstückes an die Maschine bzw. an deren Greifvorrichtung. Dagegen liegt keine Transportbewegung vor, wenn zum Anheben und Einlegen in die Maschine ein am Arbeitsplatz befindliches Transportmittel (Flaschenzug, Schwenkkran) benutzt wird. Dieser Bewegungsvorgang zum Einspannen eines Werkstückes in die Maschine mit Hilfe eines Transportmittels ist eine den Fertigungsvorgang vorbereitende und ihm zugehörende Bewegung. Wird das Werkstück oder ein Materialstapel erst an den Ar-

---

184) Vgl. Ricken, Th.: a.a.O., S. 11: "... hängt Auf- und Absetzen der Stücke an den Werkzeugmaschinen selbst unmittelbar mit dem Bearbeitungsvorgang zusammen". Ähnlich Merbach, H.: Leitfaden ..., a.a.O., S. 15.

185) Vgl. dazu Krippendorff, H.: Integrierter Materialfluß, S. 54.

beitsplatz herangeholt und mit dem selben Transportmittel in die Maschine eingeführt, so müßte der Vorgang in die Teile Herbeiholen und Aufsetzen zerlegt werden. Die gleichen Überlegungen gelten für Fertigungs- und Transportbewegungen auf der Abgangsseite.
Festzuhalten bleibt, daß alle Bewegungen, die unmittelbar und vorbereitend Fertigungsvorgängen dienen und von ihnen maßgeblich bestimmt werden, diesem Funktionsbereich zugeordnet sind.
Ebenso verhält es sich mit Bewegungen, die Transportvorgänge anbahnen und mit ihnen in Zusammenhang stehen. "In any case, wether the procedure is considered to be materials handling or transportation, materials are picked up, transported, and put down".[186] Noch etwas ausführlicher meint Bolte: "Außer den reinen Ortsveränderungen schließt der innerbetriebliche Transport die mit ihm in Zusammenhang stehenden Handhabungen des Transportgutes, wie Aufnehmen, Absetzen, Be- und Entladen, Umladen, Stapeln usw., ein".[187]
Interessant ist, daß das Stapeln hier zum Transport gerechnet wird. Dieses Einbringen bzw. auch Entnehmen aus einem Lager, das im direkten Anschluß an einen Fertigungs- oder Transportvorgang auftreten kann, kann auch ebensogut keine Transportbewegung sein. Löst ein Arbeiter z.B. ein Werkstück aus einer Maschine und wirft es in einen nebenstehenden Behälter zu den anderen bearbeiteten Teilen, und werden dann diese Ladeplatten mittels Hubstapler zu einem Zwischenlager befördert und dort von ihm gleich gestapelt, ist das Werfen in den Behälter durch den Arbeiter noch eine Fertigungsbewegung (Herausnehmen aus der Maschine), und das Stapeln durch den Hubstabler ein Transportvorgang (Abladen vom Transportmittel). Letzterem schließt sich noch eine Bewegung, die als Lagervorgang zu rechnen ist, an, wenn das Stapeln von einem besonderen, nur für das Zwischenlager tätigen Transportmittel vorgenommen wird.

---

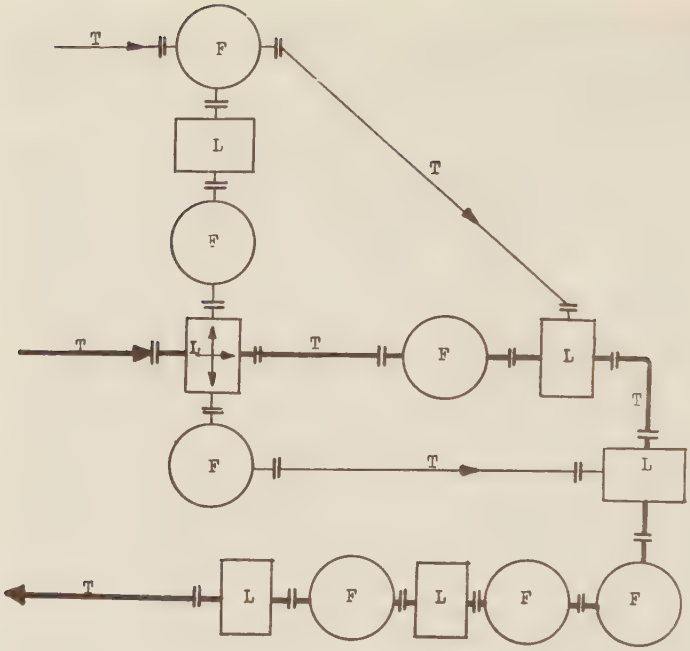
186) Stocker, H.E.: a.a.O., S. 1; vgl. auch Alford, L.P.: Handbuch der industriellen Werkleitung. Berlin 1930, S. 557.
187) Bolte, H.-J.: a.a.O., Bd. 4, S. 1 f.

In Fertigungsautomaten sind die Förder- und Transportarbeiten häufig so eng miteinander verflochten und auf so engem Raume vereinigt, daß es nicht mehr sinnvoll erscheint, Fördervorgänge von Fertigungsvorgängen zu unterscheiden.
Eine generelle Scheidung solcher Handhabungen in Fertigungs-, Transport- und Lagerbewegungen ist nicht möglich. Jeder Einzelfall bedarf einer gesonderten Untersuchung, ob es sich dabei um eine unmittelbar vorbereitende oder vorauslaufende Handhabung zur Ausführung der Aufgaben einer der drei Funktionen handelt. Das gilt aber nur, sofern die Funktion mit einem Bewegungsvorgang verbunden ist. Der Transport ist das immer. Die beiden anderen Funktionen können sich aber auch im Ruhezustand des Fertigungsobjektes vollziehen. Folgen sie unmittelbar aufeinander, läßt sich der Punkt, an dem das Fertigen bzw. Lagern beginnt, nicht mehr genau ausmachen. Hierhin gehören alle jene Fälle, denen wir den Lagercharakter abgesprochen haben, wenn im Ruhezustand eine Veränderung des Gutes bewirkt wird. Ist nun eine Trocknung, Reifung, Gärung, Alterung etc. eingetreten, so schließt sich mit Beendigung der Fertigung die Zwischenlagerung an, ohne daß ein Einschnitt durch einen Transportvorgang sichtbar ist.

bb) bei simultanem Aufeinandertreffen

Einzelne Vorgänge des Fertigungsablaufes lassen sich den genannten drei Funktionen zuordnen, solange der Fertigungsablauf durch zeitlich wechselnde Aufeinanderfolge der Fertigungs-, Transport- und Lagertätigkeiten zustande kommt, weil dabei typische Naht- oder Übergangsstellen auftreten (s. Abb. 35), an denen gleichsam ein Vorgang an die Eigenarten des folgenden Vorganges angepaßt wird. Die Kernvorgänge selbst bereiten, obwohl Zonen des Übergangs vorhanden sind, keine Abgrenzungsschwierigkeiten.

Das ist aber der Fall, sobald das zeitliche Hintereinander des Auftretens der Funktionen zu einem zeitlichen Nebeneinander wird. Bei einem solchen simultanen Verlauf können



T Transport
F Fertigen
L Lagern

Abb. 35 Nahtstellen (—||—) des Überganges bei alternierendem Aufeinandertreffen von Fertigungsablaufvorgängen.

Fertigen, Transport und Lagern sowohl alle drei als auch paarweise miteinander verwoben sein.
Eine Kombination von Fertigen und gleichzeitigem Lagern scheidet aus, denn entweder wird gefertigt oder gelagert. Eine simultane Erledigung beider Aufgaben ist logisch nicht denkbar. Demnach verbleiben das Nebeneinander von Fertigen und Transport und von Lagern und Transport. Auch hier gibt es Unterschiede im Ausmaß des miteinander Verwobenseins.

Abb. 36 Simultane Durchführung von Fertigen und Transport beim Durchlauf des Werkstückes durch eine Spritzlackier- und Trockenstation.[188]

Gedankliche, hingegen nicht mehr praktische Trennung ist möglich "in der Zellwollfabrik bei der Siebbandwäsche während des Transportes; ebenso verhält es sich mit dem anschließenden Trockenvorgang bei Durchlauf des Förderbands durch eine Warmluftkammer. Weitere Beispiele sind der Durchlauf eines Kreisförderers durch eine Spritzkabine oder ein chemisches Bad"[189]. (Siehe auch das Beispiel in Abb. 36) Eine ähnliche Verknüpfung zeigt sich in einer Drahtverzinkungsanlage (s. Abb. 37), beim kontinuierlichen Waschen, Bleichen und Trocknen von Geweben[190] oder beim Schweißen, wo der Schweißapparat die Schweißnaht entlang läuft, also das Sachmittel eine Fertigungs- und gleichzeitig eine Transportbewegung durchführt.
Diese Beispiele haben gemeinsam, daß die Fertigungsobjekte durch die Fertigungszone, in der auf sie eingewirkt wird, transportiert werden, bzw. diese sich am Fertigungsgegenstand entlang bewegt. Es handelt sich dabei aber nur um mehr oder weniger ausgedehnte Abschnitte des Gesamtfertigungsablaufes, für die es gelungen ist, den Transport kontinuierlich zu machen und ihn simultan mit dem Fertigungsvorgang ablaufen zu lassen. Hierin liegt auch der Grund,

---

188) Aus Krippendorff, H.: Integrierter Materialfluß, S. 151.
189) Bezdecka, H.: a.a.O., S. 50 f.
190) Vgl. Riebel, P.: Industrielle Erzeugungsverfahren, S. 110.

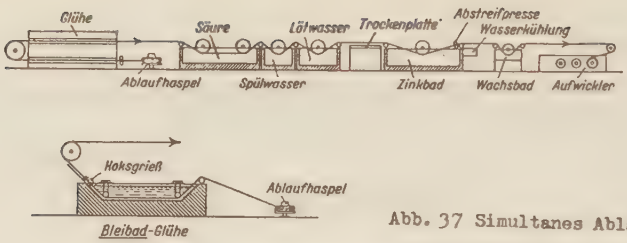


Abb. 37 Simultanes Ablaufen von Fertigungs- und Transportvorgängen bei der Drahtverzinkung.[191]

warum der Transport gedanklich einwandfrei noch als selbständige Funktion gesehen werden kann.

Eine gedankliche Trennung läßt sich nicht mehr vornehmen, wo beide sowohl gleichzeitig (simultan) ablaufen als auch technologisch ineinander gelagert sind. "So gibt es zum Beispiel Schneckenförderer, die das Fördergut nicht nur fördern, sondern gleichzeitig auch mischen, zerkleinern, kneten und pressen.
Bearbeiten und Verarbeiten bei gleichzeitigem Fördern findet man in der chemischen Industrie bei flüssigen, halbflüssigen oder frei flüssigen Gütern. Sie erreichen ..... durch Mischen, Trennen, Erwärmen, Kühlen usw. ihren gewünschten Endzustand".[192] (s. Abb. 38) "In Gießereien finden wir Vibrationsförderer, die aus den Formkästen den Sand schütteln und werkstoffmäßig als gute Wärmeleiter ausgebildet sind, so daß die Abgüsse am Ende der "Straße" bereits abgekühlt ankommen".[193] Auch in der Papiermaschine mit ihren Stationen Stoffauflauf, Langsieb-, Press-, Trockenpartie, Glättwerk und Aufrollung zeigt sich ein unlösbares Verbun-

---

191) Entnommen aus Hillesheim, Peter: Amerikanische Verzinkungsweise für Stahldrähte und Stahldrahterzeugnisse. In: Stahl und Eisen, 72. Jg. (1952), Nr. 14, S. 814.
192) Weis, Otto: Die Automatisierung der industriellen Fertigung. Diss. Nürnberg 1961, S. 34.
193) Bezdecka, H.: a.a.O., S. 151.

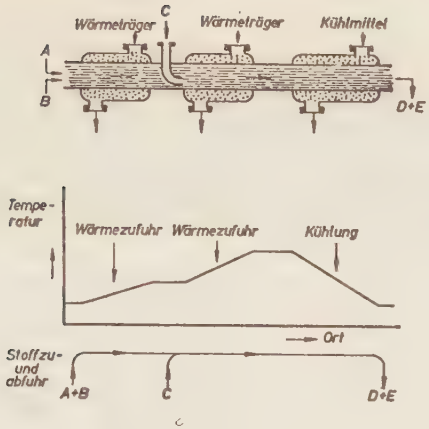


Abb. 38 Simultanes, technologisch verschränktes Ablaufen von Fertigungs- und Transportvorgängen im Reaktionsrohr.[194]

densein von Fertigen und Transport (s. Abb. 39). Fertigen und Transport verlieren hier den Charakter selbständiger und abgrenzbarer Funktionen[195] und verschmelzen zu einem prozessualen Vorgang eigener Art.

Diese Beispiele für das simultane Zusammenspiel von Fertigen und Transport mit und ohne technologischer Ineinanderlagerung mögen ausreichen.

Als weitere Möglichkeit wurde das gleichzeitige Vorkommen von Transport und Lagern genannt. Bekannte Beispiele aus dem Bereich der Industrien mechanischer Technologie sind hier die Hängebandförderer, die dauernd an Montageplätzen oder Bearbeitungsplätzen vorbeilaufen und von denen sich der Arbeiter nach Bedarf bedient. Eine Scheidung zwischen

---

194) Riebel, P.: Industrielle Erzeugungsverfahren, S. 102.
195) Vgl. Still, Tom: a.a.O., S. 30.

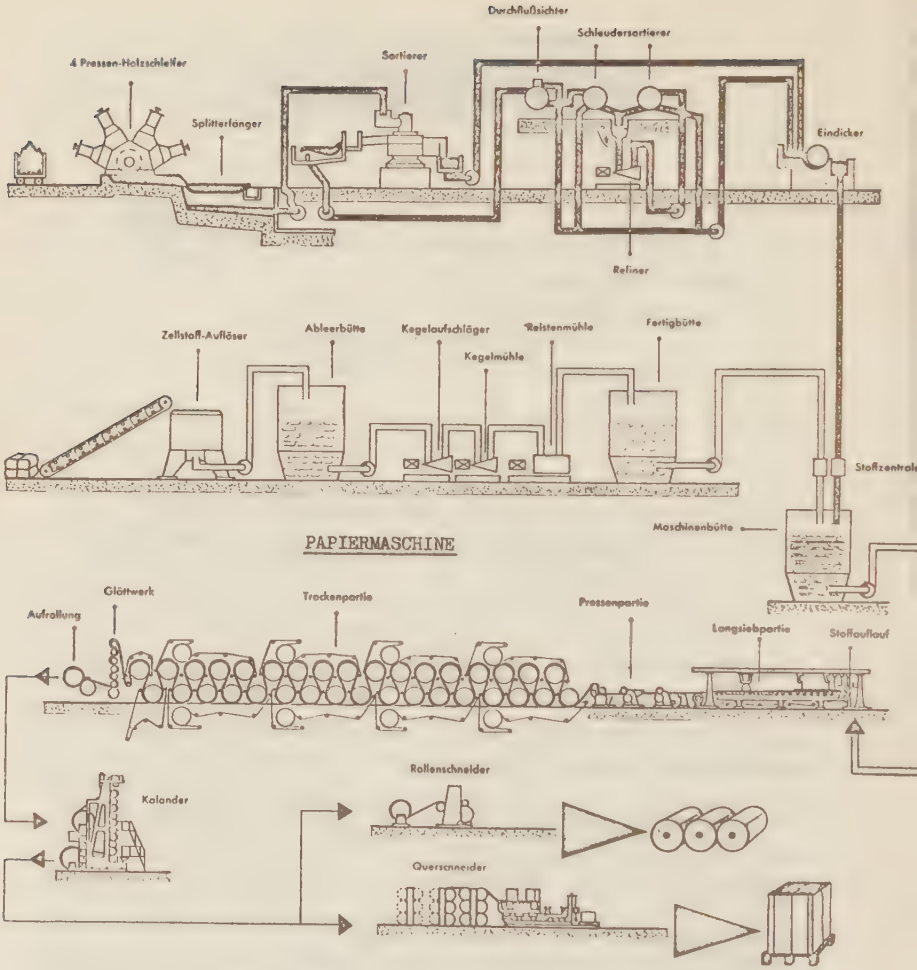


Abb. 39 Unlösbares Verbundensein von Fertigen und Transport in einer Papiermaschine. 196)

---

196) Aus: "Von Papier". Herausgegeben von der Feldmühle Papier- und Zellstoffwerke AG, Düsseldorf, anläßlich des 75-jährigen Bestehens am 27.8.1960, S. 54.

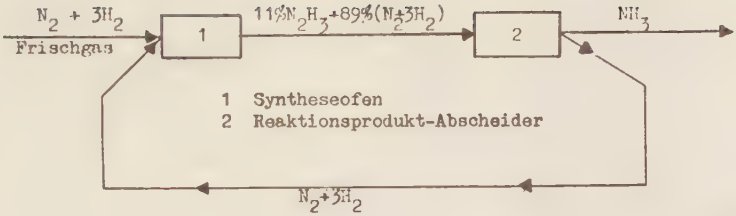


Abb.40 Kreislaufsynthese des Ammoniaks.[197)]

Transport und Lagern ist hier nicht möglich, weil das Transportmittel sowohl der Förderung dient als auch bewegliches Pufferlager ist. Gar nicht so unähnlich sind manche Fälle der chemischen Technologie. Wie von einem Hängebandförderer, der Transport und Lagern dient, können aus dem in einer chemischen Apparatur befindlichen flüssigen oder gasförmigen Güterstrom im Verlaufe der chemischen Reaktion nach Bedarf "Teile herabgenommen werden". Die nicht verwendeten kommen nach Anreicherung dieses Kreislaufmaterials nach einem Umlauf wieder an den Reaktionsstellen vorbei (s. Abb. 40). Lager- und Transport fallen auch bei den Durchlaufpuffern[198)] zusammen, bei denen alle Teile, Erzeugnisse und Materialien deren gesamte Länge durchlaufen müssen, wie z.B. bei Rollenbahnen, Rutschen, Stetigförderern (s. Abb. 41 und Abb. 42). Ein Transportvorgang wird also auch zu einem Lagervorgang, wenn nicht alle Produkte auf oder in dem Transportmittel sofort oder an der für sie zuständigen Stelle einem anderen Vorgang unterworfen werden.

---

197) Nach Weblus, Bernhard: Produktionseigenarten der chemischen Industrie, ihr Einfluß auf Kalkulation und Programmgestaltung. Berlin 1958, S. 33.
198) Vgl. "Hütte", a.a.O., Bd. II, S. 991.

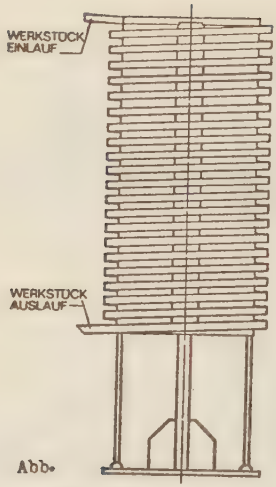


Abb.

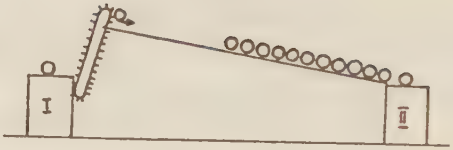


Abb. 41 und Abb. 42 Simultanes Ablaufen von Transport und Lagern bei sogenannten Durchlaufpuffern. [199]

Reines Transportmittel ist ein Hängeförderer, wenn durch ihn wie in der Automobilindustrie jede Karosserie zu einem ihr zugeordneten Fahrgestell oder Motor gebracht wird, das Fördergut also an einer bestimmten Stelle abgesetzt werden muß (s. Abb. 43 und 43a). Die Unbestimmtheit in Reihenfolge, Ort und Zeitpunkt der Verwendung entfällt in einem solchen Falle. Lediglich Lagerfunktion erfüllt der Förderer, wenn Gehänge von der Mitnehmerkette gelöst auf einen Nebenstrang geschoben werden, um als Pufferung zu dienen.[200]

Zusammenfassend ist festzustellen, daß die Funktionen des Fertigungsablaufes sowohl alternierend als auch simultan auftreten können. Im ersteren Falle ergeben sich Schwierigkeiten in der Bestimmung des Punktes, an dem die Funktionen örtlich oder zeitlich beginnen oder beendet sind. Sind sie mit Bewegungsvorgängen verbunden, treten an den Nahtstellen Handhabungen der Umsetzung entsprechend den Erfordernissen

---

199) Aus Krippendorff, H.: Integrierter Materialfluß, S. 142 und 144.
200) Vgl. Krippendorff, H.: Integrierter Materialfluß, S. 148.

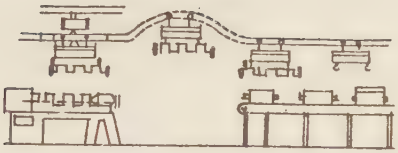


Abb. 43 und Abb. 43a
Transportvorgänge, die nicht zugleich auch Zwischenlager sind. 201)

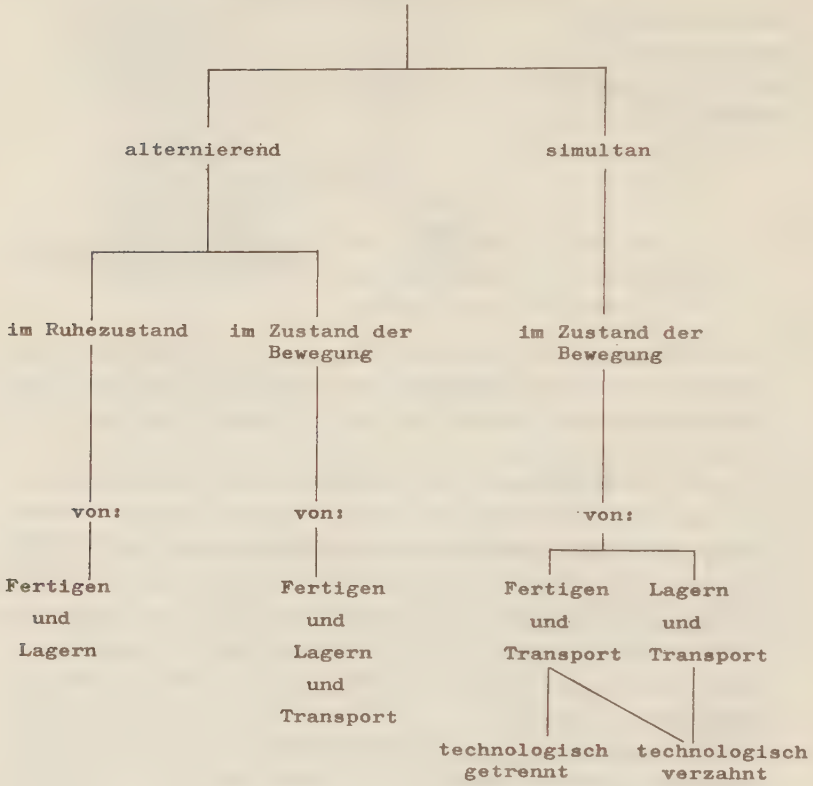
des folgenden Vorganges auf. Sie werden jeweils der Funktion zugerechnet, deren Anbahnen oder Auslaufen sie unmittelbar und überwiegend dienen. Das ist für jeden Einzelfall gesondert festzustellen.
Spielen sich Fertigen und Lagern ab, ohne daß damit eine Bewegung verbunden ist, liegt Lagern vor, wenn noch nicht oder nicht mehr die Funktion der Fertigung ausgeübt wird.

Bei simultanem Auftreten läßt sich Transport mit Lagern und Fertigen kombinieren. Zwischen Fertigen und Transport läßt sich dabei zum einen ein loses Verbundensein erkennen, so daß die Transportfunktion noch als selbständiger Vorgang feststellbar bleibt.
Tritt andererseits zum simultanen Ablauf noch eine enge technologische Verknüpfung der Funktionen, ist es auch gedanklich nicht mehr möglich, eine Abgrenzung vorzunehmen, so daß die beiden miteinander verbundenen Funktionen als ein einheitlicher Prozeß anzusehen sind. In beiden Fällen besonders aber bei technologischer Ineinanderlagerung bilden Fertigen und Transport ein einheitliches Geschehen. Fertigungs- und Transportvorgänge werden eine Einheit.

---

201) Aus Krippendorff, H.: Integrierter Materialfluß, S. 153 bzw. S. 152.

Abb. 44 Formen des Zusammenspiels der Fertigungsablauffunktionen während des Fertigungsablaufes



B. Tendenzen der Ausgestaltung von Transport und Zwischenlagern in den einzelnen Fertigungssystemen

I. Fertigungssysteme und ihre Differenzierung mit Hilfe ablaufbeeinflussender Merkmale

Nachdem bisher versucht worden ist, die ablaufmäßige Seite des Industriebetriebes ganz allgemein darzustellen und zu analysieren, indem auf die Vorstellung vom Fertigungsablauf wie er hier verstanden und gesehen wird, auf die in ihm zusammenwirkenden Funktionen und die zu ihrer Ausübung notwendigen Mittel und Einrichtungen generell, d.h. ohne spezifische Ablaufverhältnisse vorauszusetzen, eingegangen wurde, wird im folgenden die strukturelle Seite des Industriebetriebes, insbesondere die Form der Anordnung der Betriebseinrichtungen[202)] zu betrachten sein.

Aber auch hierbei wird sich zeigen, daß Fertigungssystem und Fertigungsablauf nur zwei verschiedene Aspekte der Einheit Betrieb sind, wobei der eine ohne den anderen nicht ausreichend erklärbar ist. Für die folgenden Ausführungen bedeutet das, daß die Fertigungssysteme als rein strukturelle Gebilde ohne die Vorstellung des mit ihnen verbundenen charakteristischen Geschehens in ihnen nicht darzulegen und hinreichend differenzierbar sind. Wird diese Notwendigkeit, ein rein strukturelles Merkmal mit Hilfe von Ablaufmerkmalen näher zu verdeutlichen, vom Methodischen her in der Regel als Mangel zu empfinden sein, so ist das hier eher ein Vorteil, weil in dieser Arbeit vom Fertigungssystem her über die mit ihm verbundenen Ablaufeigenarten auf die Ausbildung des Transport- und Lagerwesens geschlossen werden soll. Das führt methodisch allerdings nicht dazu, daß die bisher eingehaltene gedankliche Zweiteilung verlassen wird, sondern es werden neben einer Darstellung der Fertigungssysteme als reine Aufbaumerkmale auch die typischen Formen des Geschehens in ihnen zu erfassen versucht.

---

202) Vgl. Hinsel, Dieter: a.a.O., S. 9.

1. Darstellung der Fertigungssysteme

a) Behandlung der Fertigungssysteme in der Literatur

Bevor nähere Ausführungen darüber gemacht werden, was die Eigenart der verschiedenen Fertigungssysteme ausmacht, soll eine gedrängte Übersicht ihrer Darstellung in der Literatur gegeben werden.

Eine frühe und noch mit anderen Aspekten vermischte Behandlung des Problems der Anordnung der Produktionsmittel im Betrieb findet sich bei Haushofer[203]. Er unterscheidet in starker Anlehnung an Marx[204] zwei "Arten der Maschinentätigkeit"[205]:

1. "Ein Zusammenwirken vieler gleichartiger Maschinen", die "ihren Antrieb von einem gemeinsamen Motor empfangen";
2. ein "einheitliches Maschinensystem", das aus "einer Kette verschiedenartiger, aber sich ergänzender Werkzeugmaschinen" besteht.

Im Verlaufe seiner Ausführungen über die Verbindung einzelner Teile des Arbeitsprozesses durch Transportvorgänge beschreibt Haushofer[206] weiterhin den Fall, bei dem

3. das in Arbeit befindliche Produkt feststeht und alle Arbeits- und Transporttätigkeiten sich auf das Produkt ausrichten.

Nach Leitner[207] lassen sich zwei Formen der "Werkarbeit" unterscheiden:

1. "Das W e r k s t a t t s y s t e m (Gruppensystem): Gruppen gleichartiger Arbeiten und Arbeiter werden in einem gemeinsamen Raum zusammengefaßt."
2. "Beim W e r k s t ü c k s y s t e m werden alle für die Fertigung nötigen Maschinen einschließlich des Zusammenbaus in einem Raum angeordnet, die An-

---

203) Vgl. Haushofer, Max: Der Industriebetrieb. Ein Handbuch der Geschäftslehre für technische Beamte, Industrielle, Kaufleute etc. sowie zum Gebrauch an technischen Schulen. 2. vollst. umgearbeitete Aufl., München 1904, S. 182 und S. 213 f.

204) Vgl. Marx, Karl: Das Kapital. Kritik der politischen Ökonomie. 1. Bd., 1. Buch: Der Produktionsprozeß des Kapitals. 4. Abschnitt, 13. Kapitel, 1. Entwicklung der Maschinerie.

205) Haushofer, Max: a.a.O., S. 182.

206) Haushofer, Max: a.a.O., S. 213 f.

207) Leitner, Friedrich: Wirtschaftslehre der Unternehmung. 5. neubearb. Aufl. der "Privatwirtschaftslehre". Berlin und Leipzig 1926, S. 289 f.

ordnung der Maschinen (nur in der Veredelungsindustrie, meist Metallverarbeitung, anwendbar) folgt den Arbeitsvorgängen."

Lauke[208] gibt folgenden "Grundplan der Fabrikationsarten":

1. Werkstättenfabrikation
   "Die Einteilung der Werkstätten erfolgt nach Maschinengattungen (Artaufstellung der Maschinen)."
2. Gruppenfabrikation
   Die Maschinen sind "dem Fluß der Erzeugnisse entsprechend (Z w e c k aufstellung)" zusammengestellt.
3. Fließarbeit
   "Die miteinander gekoppelten Arbeitsstellen und -zeiten sind nicht nur dem Lauf des Erzeugnisses, sondern auch einer fest bestimmten Leistung angepaßt, so daß ein gewisser Rhythmus der ganzen Arbeitsgruppe gemeinsam ist und die Werkstücke in ununterbrochenem Flusse hindurchlaufen können."

Pentzlin[209] kommt bei seiner Untersuchung über die Einführbarkeit der Massen- und Schnellproduktion in der Industrie vom arbeitsorganisatorischen Aspekt her, d.h. vom "Zuordnungsverhältnis von Mensch, Werkstück (Werkstoff) und Betriebsmittel (Werkzeug) und ihrem Zusammenwirken in Raum und Zeit" her, zu folgenden sieben "Arbeitstypen oder Fertigungsarten":[210]

1. Werkbankfertigung oder Einzelplatzarbeit, bei der die "Einzelarbeiten am Arbeitstisch oder an isolierten Arbeitsplätzen mit oder ohne Handwerkszeug ausgeführt werden."
2. Maschinelle Werkstättenfertigung
   "Die Aufstellung der einzelnen Maschinen erfolgt meistens abteilungsweise", "und zwar in der Art, daß immer gleiche oder gleichartige Maschinentypen im selben Raum oder in derselben Abteilung zusammengefaßt werden."
3. Reihenfertigung
   Die Anordnung der Maschinen und Arbeitsplätze "erfolgt in der Reihenfolge der fortschreitenden Bearbeitung oder Veredelung, also nach den Anforderungen der technischen Zweckfolge."

---

208) Lauke, H.L.: a.a.O., S. 6 ff.
209) Pentzlin, Kurt: a.a.O., S. 177 ff.
210) Derselbe, a.a.O., S. 178.

4. Fließbandfertigung
   Sie "stellt eine technische Verbindung und Vervollkommnung der Reihenfertigung dar", indem "die einzelnen Arbeitsvorgänge durch mechanische Fördermittel mehr oder weniger starr gekoppelt sind."

5. Maschinelle automatische Fertigung
   Hier handelt es sich um den Einsatz vollmechanisierter und selbsttätig gesteuerter, vielseitiger Spezialmaschinen, die verschiedene Grundmaschinentypen in sich vereinigen und das Produkt in einem kombinierten Arbeitsgang vollständig herstellen.

6. Verfahrenstechnische Fließfertigung
   Sie "ist überall dort anzutreffen, wo "Verfahrenstechnik" zur Anwendung kommt, wo in kontinuierlichen Großanlagen homogene Massenerzeugnisse hergestellt werden."

7. Baustellenfertigung
   Dieser Arbeitstyp kommt bevorzugt bei der Herstellung großer Arbeitsobjekte zur Anwendung, die nicht oder kaum ortsbeweglich oder es wenigstens nicht während der Herstellung sind.

Bei Hennig[211] werden die "Fertigungsverfahren"[212] der Werkstättenfertigung und der fließenden Fertigung erwähnt. Werkstättenfertigung wird erklärt als "Werkstätteneinteilung nach Gattungen von Maschinen bzw. Handarbeitsplätzen".[213] Die Fließende Fertigung oder auch Gruppenfertigung entsteht aus der Werkstättenfertigung "durch Einrichtung von Straßen".[213] Bei Wrba[214] finden sich als "Formen der Fertigung" die Werkstätten-, Gruppen- und Fließfertigung.

1. Bei Werkstättenfertigung sind die Werkzeugmaschinen nach Arten angeordnet.

2. Bei der Gruppenfertigung erfolgt die Vereinigung verschiedener Werkzeugmaschinenarten zum Zwecke der Fertigung von Hauptteilen oder Baugruppen des Produktes.

3. Die Fließfertigung ist die Weiterentwicklung der Gruppenfertigung, dadurch daß "die Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen für jedes einzelne

---

211) Hennig, Karl Wilhelm: a.a.O., S. 51 und 54.
212) Derselbe, a.a.O., S. 51.
213) Derselbe, a.a.O., S. 54.
214) Wrba, Max: Industrielle Betriebswirtschaft und praktische Betriebsführung. München 1949, S. 36 f. und 91 f.

Werkstück genau der Arbeitsfolge entsprechend"[215] angeordnet werden.

Beste[216] teilt die "Fertigungsverfahren" nach dem Weg, den das Erzeugnis bei seiner Fertigung zurückzulegen hat, ein in:

1. Bei unbeweglichem Erzeugnis: Baustellenfertigung

2. Bei beweglichem Erzeugnis:

   a) Werkstattfertigung,
   d.h. in jeder Werkstatt können nur Arbeiten einer Art ausgeführt werden.

   b) Gruppenfertigung (Fließinseln),
   bei der die zu bestimmten Produktionsakten "erforderlichen verschiedenen Produktionsmittel zu Gruppen vereinigt und dem Ablauf der Produktion entsprechend angeordnet werden".

   c) Fließfertigung
   liegt vor, "wenn die für den Produktionsprozeß erforderlichen Produktionsmittel und Arbeitsplätze so aneinandergereiht werden, wie der Gang der Herstellung es erfordert". (217)

Ausführlich beschäftigt sich Mellerowicz[218] mit den "Organisationstypen", die bei ihm aber sowohl die Anordnung der Produktionsmittel als auch Fragen des Fertigungsablaufes (z.B. zeitliche Abstimmung und Förderwesen) charakterisieren.

1. Fließfertigung
   Bei ihr sind die Maschinen und Handarbeitsplätze "in der Reihenfolge ihrer Verwendung hintereinander angeordnet". (219)

2. Straßen- oder Linienfertigung
   Gegenüber der Fließfertigung "entspricht diese Anordnung nur der üblichen und überwiegenden Prozeßfolge". (220)

3. Gruppen- oder Gemischtfertigung
   "Die zur Herstellung verwandter Einzelteile benötigten Maschinen und Arbeitsplätze sind örtlich

---

215) Wrba, Max: Industrielle Betriebswirtschaft ..., a.a.O., S. 37.
216) Beste, Theodor: Fertigungsverfahren. In: Handwörterbuch der Betriebswirtschaft. 3. völlig neu bearb. Aufl., 1. Bd., Stuttgart 1956, Sp. 1770 ff.
217) Vgl. dazu auch Fackelmeyer, Arno (Materialfluß. Planung und Gestaltung. Düsseldorf 1966, S. 42 ff.) dessen Auffassung sich mit der von Beste deckt.
218) Mellerowicz, Konrad: a.a.O., S. 373 ff.
219) Derselbe, a.a.O., S. 373.
220) Derselbe, a.a.O., S. 374.

in einer Werkstatt zusammengefaßt"[220] und können hier sowohl in der Reihenfolge der häufigsten Prozeßfolge als auch artweise zusammenstehen.

4. Werkstattfertigung
"Gleiche oder im Typ verwandte Maschinen und Handarbeitsplätze mit gleicher oder verwandter Funktion sind örtlich in einer Werkstatt zusammengefaßt."

Einen weiteren Beitrag zum Thema der Anordnung der Produktionsmittel im Industriebetrieb liefert Kalveram.[221] Er spricht von "Fertigungsmethoden" und unterscheidet:

1. Die Werkstättenfertigung, in der "die Bearbeitungsmaschinen artweise zusammengestellt" (222) sind.

2. Die beweglichen Straßen, bei denen "die Maschinen im wesentlichen in der Reihenfolge der Bearbeitungsgänge aufgestellt" (223) sind. Die Verschiedenartigkeit der gefertigten Teile macht es mitunter notwendig, einzelne Maschinen zu überspringen.

3. Die Fließstraßen, deren Bearbeitungsmaschinen "streng in der Reihenfolge der Bearbeitung aufgestellt" (224) sind.

Beckmann[225] unterscheidet drei Arten der "Fertigungsorganisation", nämlich die Werkstättenfertigung, das Gruppensystem (Gruppenfertigung) und die fließende Fertigung. Die erstere liegt vor, "wenn in den Werkstätten gleichartige Produktionsvorgänge durchgeführt werden".[226] Das Gruppensystem entsteht aus der Zusammenfassung der "bei der Bearbeitung der einzelnen Stücke stets vorzunehmende(n) Verrichtungen zu organisatorischen Einheiten". Die fließende Fertigung besteht darin, "daß die Werkstücke den Betrieb gleichmäßig durchlaufen".[227]

---

220) Mellerowicz, Konrad: a.a.O., S. 374.
221) Kalveram, W.: a.a.O., S. 289 ff.
222) Derselbe, a.a.O., S. 289.
223) Derselbe, a.a.O., S. 291.
224) Derselbe, a.a.O., S. 293.
225) Beckmann, Liesel: Industriebetriebswirtschaftslehre. Sammlung Poeschel. Betriebswirtschaftliche Studienbücher. Herausgegeben von Hans Seischab. Reihe III. Betriebslehren. Band 1, Stuttgart 1961, S. 47 ff.
226) Dieselbe, a.a.O., S. 47.
227) Dieselbe, a.a.O., S. 48.

Für Gutenberg geht es um die "Kombination der Betriebsmittel zu verfahrenstechnisch-organisatorischen Einheiten", doch lassen sich aus den in Verbindung damit gemachten Ausführungen folgende Formen der Anordnung der Produktionsmittel herauslesen:

1. Die Zusammenfassung der Maschinen und maschinellen Anlagen nach dem Verrichtungs- oder Werkstattprinzip zur Werkstättenfertigung. (228)

2. Die Bildung von fertigungstechnischen Einheiten durch Vereinigung und Verknüpfung aller Produktionsphasen, die ein Produkt zu durchlaufen hat, zu einem kontinuierlichen Prozeß. In der so entstehenden Reihenfertigung sind unter anderem auch die Arbeitsplätze und Betriebsmittel in der Abfolge der an dem Erzeugnis vorzunehmenden Arbeitsgänge angeordnet. (229)

Nach dem Vorhandensein der zeitlichen Regelung der Bearbeitungsvorgänge unterscheidet Gutenberg dann

1. die Reihenfertigung ohne Zeitzwang,
2. die Reihenfertigung mit Zeitzwang oder Fließfertigung. (230)

Die "Baustellenfertigung" bezeichnet Gutenberg als eine besondere Art von "Fließfertigung".[231] Und zwar läßt sie sich nur bei der Fertigung mehrerer nicht oder nur schwer beweglicher Arbeitsstücke anwenden, wobei dann verschiedene Arbeitskolonnen hintereinander unter Einhaltung bestimmter Taktzeiten von Arbeitsstück zu Arbeitsstück wandern.

Dolezalek und Ropohl nennen vier Arten der räumlichen Anordnung der Fertigungsplätze.[232]

1. Punktuelle Anordnung (evtl. auch Werkbankfertigung) "Alle aufeinander folgenden Operationen des gesamten

---

228) Vgl. Gutenberg, E.: a.a.O., S. 96 f.
229) Vgl. derselbe, a.a.O., S. 98.
230) Vgl. derselbe, a.a.O., S. 99.
231) Vgl. derselbe, a.a.O., S. 101.
232) C.M. Dolezalek und Günter Ropohl: Ansätze zu einer produktionswissenschaftlichen Systematik der industriellen Fertigung. Teil 2: Fertigungsmittel und Fertigungsprozeß. In: VDI Zeitschrift, Bd. 109, Nr. 16, Juni 1967 (I), S. 717 f.

Fertigungsprozesses werden an einem einzigen Fertigungsplatz ausgeführt."

2. Nichtausgerichtete Anordnung
Der räumlichen Anordnung liegt kein Leitgedanke zugrunde, und die Fertigungsplätze sind beliebig angeordnet.

3. Verfahrensausgerichtete Anordnung (oder Anordnung nach dem Verrichtungsprinzip oder Werkstattfertigung)

Verfahrensgleiche Fertigungsplätze sind räumlich zu einer Einheit zusammengefaßt.

4. Aufgabenausgerichtete Anordnung
Die Fertigungsplätze sind in der Reihenfolge hintereinander angeordnet, in der die einzelnen Operationen sich im Fertigungsprozeß aneinanderreihen.

Ohne kritisch zu den einzelnen Auffassungen Stellung nehmen zu wollen, läßt die gegebene Übersicht erkennen, daß in der Literatur vielfach Übereinstimmung über den Sachverhalt bei den verschiedenen Fertigungssystemen besteht. Auseinander gehen die Meinungen über die Benennung, über die Anzahl der Fertigungssysteme und darüber, ob es sich bei ihnen nur um ein Merkmal der Anordnung der Produktionsmittel oder um ein Merkmal des Fertigungsablaufes handelt, bzw. um ein Merkmal, das sowohl Anordnungs- als auch Ablaufcharakteristika umfaßt.
Hier soll versucht werden, das Fertigungssystem als reines Merkmal der Anlagenanordnung aufzufassen. Dabei wird nicht übersehen, daß die einzelnen Fertigungssysteme mit besonderen Formen des Fertigungsablaufes[233], die darzustellen sein werden, korrelieren.

b) Werkbanksystem

Das Werkbanksystem tritt zwar nicht selten auf, dennoch spielt es im Bereiche der Industrie nur eine untergeordnete Rolle. Zudem werfen die in ihm herrschenden Verhältnisse nur in geringem Maße Probleme auf. In der Literatur wird das Werkbanksystem nur am Rande erwähnt, und auch in dieser Ar-

---

233) Vgl. Hinsel, D.: a.a.O., S. 9.

beit wird es in der Hauptsache nur der Vollständigkeit halber behandelt. Aus methodischen Gründen soll es nicht ausgelassen werden.
Das dem Werkbanksystem zugrunde liegende Prinzip besteht darin, daß die Produktionsmittel um die Arbeitskraft herum angeordnet sind.[234] Da die Arbeitskraft sich ausschließlich oder überwiegend an einem Arbeitsplatz oder -tisch aufhält, wie es sich in den besonders typischen Beispielen der Tätigkeit an Werkbänken zeigt, hat sich der Begriff zur Kennzeichnung ähnlicher Verhältnisse durchgesetzt, ohne damit noch in jedem Falle die Vorstellung von der Werkbank zu verbinden, um die sich wegen der dort wirkenden Arbeitskraft die Produktionsmittel gruppieren.
Pentzlin verwendet, vermutlich um das enge Bild der Werkbank zu vermeiden, alternativ den Begriff "Einzelplatzarbeit"[235]. Beide Bezeichnungen, mehr aber die " E i n - z e l platzarbeit" deuten bereits etwas über die Form des Fertigungsablaufes an. Der gesamte Fertigungsablauf oder ein Teil des Fertigungsprozesses vollzieht sich fast vollständig an einem einzelnen Arbeitsplatz. Es besteht "kein zwangsläufiger Übergang zu anderen Arbeitsplätzen".[236]
Das besagt auf der anderen Seite, daß "sämtliche Arbeitsverrichtungen und Erzeugungsstufen in der Person des Arbeitenden zu einer Einheit verbunden"[237] sind. Mindestens werden es die wesentlichen von ihnen sein.[238]

Der Fertigungsablauf kann sich derartig abspielen, daß die Arbeitskraft über sämtliche (Hand-)Maschinen und Hilfseinrichtungen direkt am Arbeitsplatz verfügt. Vielfach ist sie auch gezwungen ihre "Werkbank" zu verlassen, um andere

---

234) So E. Schäfer in seinen industriebetriebswirtschaftlichen Vorlesungen.
235) Pentzlin, K.: a.a.O., S. 179.
236) Derselbe, a.a.O., S. 179.
237) Gutenberg, E.: a.a.O., S. 96.
238) Da dies insbesondere ein Merkmal des handwerklichen Produktionsprozesses ist, prägt Bauer, Hermann (Prinzip und Möglichkeiten der Fließfertigung in der maschinellen Bauproduktion. Diss. TH München 1964, S. 9) für die Fertigung im Werkbanksystem den Begriff "handwerkliche Fertigung".

maschinelle Einrichtungen in Anspruch zu nehmen und dann zum Zwecke des Überprüfens, Weiterbearbeitens und der Vorbereitung der folgenden Arbeitsgänge wiederum an ihren Stammplatz zurückzukehren. Die Maschinen stehen dann leicht zugänglich und in der Nähe des Arbeitsplatzes, wobei die am häufigsten verwendeten ihm am nächsten stehen, während seltener in Anspruch genommene Einrichtungen entfernter aufgestellt sind.

Charakteristisch für den Fertigungsprozeß ist sein handwerklicher Ablauf, der die Erfahrungen, das "künstlerische oder kunstgewerbliche"[239] Können der "nach eigener geistigen Konzeption sämtliche zur Herstellung notwendige Arbeitsoperationen zusammenhängend"[240] ausführenden Person zur Geltung kommen läßt.
Ohne leugnen zu wollen, daß es Betriebsmittelanordnungen gibt, die "willkürlich"[241] oder "unausgerichtet"[242] sind, soll darauf hingewiesen werden, daß oftmals Fälle vorkommen, in denen aufgrund der kleinbetrieblichen Verhältnisse, besonders wegen der Verwendung nur weniger Maschinen und/oder der räumlich engen Möglichkeiten, kein typisches Anordnungsbild entsteht. Das gilt besonders auch für das Werkbanksystem, sofern nicht alle Einrichtungen am Arbeitsplatz vereinigt sind.
Erst durch die Beobachtung des Ablaufgeschehens läßt sich dann ausmachen, ob das strukturelle Merkmal der Ausrichtung der Betriebseinrichtungen auf die am Arbeitsplatz tätige Person und das Ablaufmerkmal der Vereinigung aller wesentlichen Vorgänge auf die Arbeitskraft vorhanden sind.

c) Baustellensystem

Beim Baustellensystem ist der zentrale Punkt, auf den alles ausgerichtet wird, das Fertigungsobjekt, das bei seiner Herstellung nicht bewegt wird. Die Gründe dafür sind, daß sich

---

239) Kalveram, W.: a.a.O., S. 37.
240) Carnap, G.: a.a.O., S. 21.
241) Derselbe, ebenda.
242) Hinsel, D.: a.a.O., S. 62 ff.

ein Transport während des Betriebsprozesses nur mit hohem Aufwand[243] durchführen läßt, also sich wirtschaftlich nicht lohnt, daß technische Zwänge eine Ortsveränderung nicht zulassen, weil z.B. Gerüste justiert werden müssen, deren Maßhaltigkeit bis zur Fertigstellung erhalten bleiben muß,[244] oder daß das Produkt an sich nicht beweglich ist.
So besteht das Anordnungsprinzip des Baustellensystems darin, daß die Betriebsmittel und Arbeitskräfte um das Objekt angeordnet und auf es ausgerichtet sind (E. Schäfer).
Diese Ausrichtung auf das Produkt kann nach dessen Fertigstellung bestehen bleiben, weil es aus dem Betriebe abtransportiert wird (Schiffbau), oder aber das Produkt bleibt am Orte und der Betrieb wird sozusagen fortbewegt (Häuserbau). Im ersteren Falle bleibt die Anordnung der Produktionsmittel zumindest weitgehend zur Herstellung des folgenden Erzeugnisses erhalten, im zweiten Falle wird sie vollständig aufgehoben und an einem anderen Fertigungsort neu errichtet oder sie wandert ständig (Straßenbau).

d) Werkstättensystem

Findet man das Werkbanksystem besonders im Handwerk und in der Industrie mit handwerklicher Fertigung, so ist das Werkstättensystem hauptsächlich im industriellen Bereich zu Hause. Das Prinzip der Anordnung besteht darin, daß gleichartige Maschinen und Arbeitsplätze zusammengefaßt werden (s. Abb. 45). Damit unterscheidet sich der Begriff "Werkstätte" im Rahmen mit der "Werkstättenfertigung im industriellen Sinne"[245] deutlich von der Bedeutung, die er gemeinhin besitzt, und mit dem der räumliche Bereich einer Betriebsstätte gemeint ist. "Werkstatt ist hier als ein Funktionsbegriff, nicht als räumlicher Begriff zu verstehen, denn viele dieser Werkstätten können in einer Werkstatthalle

---

243) Vgl. Heiner, H.-A.: a.a.O., S. 98.
244) Vgl. Rössler, Horst: Untersuchung über die Möglichkeit der Organisation von Fließfertigung in Maschinenbaubetrieben mit Serienfertigung. Berlin 1957, S. 98.
245) Bauer, Hermann, a.a.O., S. 9.

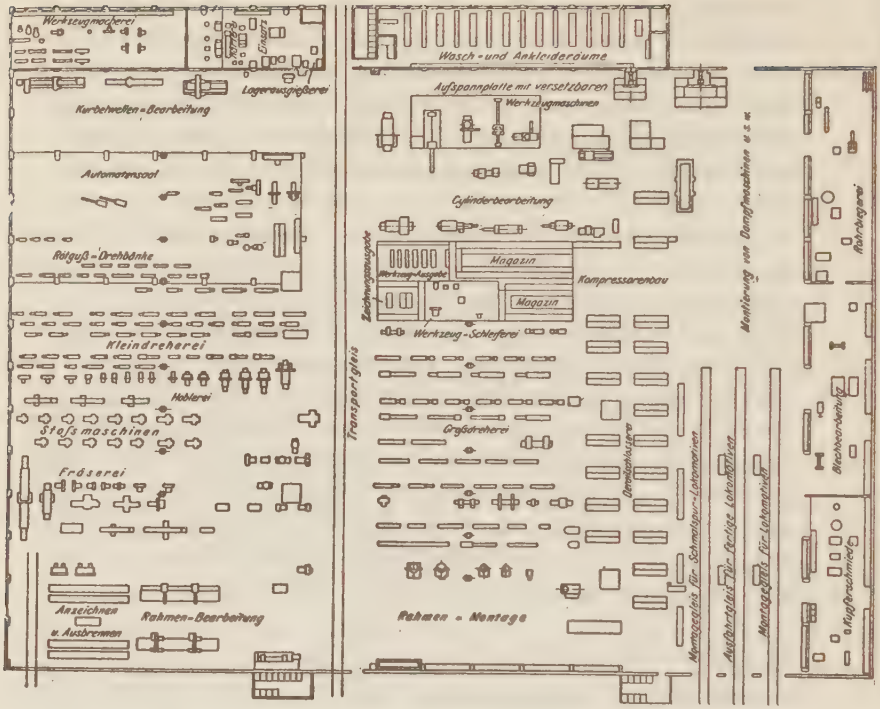


Abb. 45 Werkstättensystem in einer Maschinenfabrik.[246]

untergebracht sein."[247]

Vielfach wird vom Werkstättensystem als der Vereinigung gleichartiger Maschinen gesprochen.[248] Da die Maschinen die menschliche Arbeitskraft ersetzen, ist es notwendig, auch (Hand-)Arbeitsplätze einzubeziehen.[249] Die wird deutlich, wenn geklärt ist, worin die Gleichartigkeit liegt bzw.

---

246) Aus Buff, Theodor: Werkstattbau. 2. durchges. Aufl., Berlin 1921, S. 171.
247) Gutenberg, E.: a.a.O., 12. Aufl., S. 97.
248) Vgl. z.B. Funke, Hermann: Die Betriebswirtschaft im Maschinenbau und anderen Industrien. 3. Aufl., Freiburg i.Br., o.J., S. 20; Schleip, Walter: Totale Rationalisierung des Industriebetriebes. Berlin 1944, S. 34.
249) Vgl. z.B. Hennig, K.W.: a.a.O., S. 54; RKW-Auslandsdienst, Heft 63: a.a.O., S. 32; Köhler, D.: a.a.O.,S.84.

aufgrund welchen charakteristischen Merkmals Maschinen und Arbeitsplätze zu einer Gattung oder Art[250] zu zählen sind.

Hierzu gibt es eine engere und eine weitere Auffassung. Die erstere legt dem Werkstättensystem eine Verrichtungs- oder Verfahrensgleichheit[251] zugrunde. Die zweite ist der Meinung, daß es richtiger sei, statt auf das Verfahren auf das fertigungstechnische Ergebnis an den Arbeitsplätzen und Maschinen abzustellen. Werkstättensystem liege demnach auch dann vor, wenn Träger bestimmter fertigungstechnischer Teilfunktionen und Prozesse vereinigt sind. Dabei spiele es keine Rolle, nach welchem Verfahren sie jeweils arbeiten. Oft sind wirtschaftliche oder technische Gründe die Ursache dafür, daß verschiedene Verfahren alternativ angewendet werden, um das gleiche Teilergebnis zu erzielen.

In der Werkstatt "Abstecherei" z.B., deren Aufgabe es ist, Rundstähle in bestimmte Längen zu schneiden, werden die Verfahren Abstechen, Absägen, Abbrechen, Abschweißen und Abdrehen nebeneinander verwendet, um diese Teilfunktion oder diesen Teilprozeß auszuführen. Ähnliches gilt, wenn in der Blechverarbeitung Punktschweiß- und Nietmaschinen nebeneinander zum Verbinden von Blechteilen eingesetzt werden, wenn der Oberflächenbearbeitung von Gußteilen Fräs-, Hobel- und Schleifmaschinen dienen und wenn in der Formerei einer Porzellanfabrik die Rohformen gegossen, auf dem Drehteller handgeformt oder maschinengepreßt werden oder für die Feinstbearbeitung von Zahnrädern Läppen, Schaben, Schleifen oder Honen in Frage kommen[252]. Es wird

---

250) Vgl. Hennig, K.W.: a.a.O., S. 54; Hellpach, W. und Lang, R.: Gruppenfabrikation. Berlin 1922, S. 1; Wrba, Max: a.a.O., S. 90; Bezdecka, H.: a.a.O., S. 80.

251) So Schäfer, E. in seinen industriebetriebswirtschaftlichen Vorlesungen; vgl. aber auch Funke, H. und H. Blohm: Allgemeine Grundzüge des Industriebetriebes. Essen 1952, S. 45; Thom, Karl: Entscheidungskriterien für die Auswahl typischer Fertigungsverfahren im Bereich der mechanisch-industriellen Fertigung. Diss. München 1964, S. 135; RKW-Auslandsdienst, Heft 63: a.a.O., S. 32; Köhler, D.: a.a.O., S. 84 und 109; Böhrs, H.: a.a.O., S. 188; Rössler, Horst: a.a.O., S. 6; Gutenberg, E.: a.a.O., S. 97.

252) Vgl. Thomas, Albert Kurt: Zahnradherstellung. Teil 1: Stirnräder, Schneckentriebe. München 1965, S. 34.

jeweils mit unterschiedlichen Verfahren das gleiche Teilergebnis erzielt.
Diese Beispiele zeigen, daß hier der Rahmen der Verfahrensgleichheit gesprengt ist und an deren Stelle das umfassendere Prinzip der Funktions-[253] oder Prozeßgleichheit getreten ist.
Das Werkstättensystem, das seine Benennung nicht von dem baulichen Begriff "Werkstatt" erhalten hat[254], wird also in einem engeren Sinne (verfahrensweise Anordnung) und in einem weiteren Sinne (functional or process layout[255]) verstanden.

Rein logisch setzt das Werkstättensystem zumindest zwei Maschinen gleichen Verfahrens bzw. Prozesses voraus, denn nur in diesem Falle läßt sich von einer Anordnung gleichartiger Maschinen in "Maschinenställen"[256] sprechen. Sind für einzelne Fertigungsvorgänge nur Einzelmaschinen vorhanden, für andere aber mehrere gleiche Exemplare, läßt sich daraus schließen, daß den Umständen nach auch bereits bei einer Maschine das Werkstättensystem im Ansatz vorliegt. Ist diese Hilfe nicht vorhanden, weil Maschinen und Arbeitsplätze durchweg nur einzeln vorkommen, läßt sich u.U. aus den Eigenarten des Fertigungsablaufes ersehen, ob der Grundtendenz nach die Anordnung nach dem Werkstättensystem vorliegt. Selbst wenn das verneint werden muß, braucht es sich nicht gleich um ein ungeordnetes "System" zu handeln. Es können auch andere Anordnungsgesichtspunkte (z.B. Anordnung im Wirkungsbereich eines Laufkranes oder in einem klimatisierten Raum) zur Wirkung kommen.

---

253) Vgl. Schmidt, Friedhelm: Die Bestimmung des Produktionsmittelstandortes in Industriebetrieben. Berlin 1965, S. 45 f.; Kölbel-Schulze: Die Abgrenzung chemischer Produktionstypen nach Leistungsprogramm, Fertigungsorganisation und Prozeßführung. In: Industrielle Organisation, 34. Jg. 1965, S. 155 und 160; G. Pahlitzsch und U. Berr: Über mathematische Modelle zu Fertigungssteuerung in der Metallindustrie. In: Werkstattstechnik, 50. Jg. 1960, S. 465.

254) Vgl. S. 123 und Baum, Wilhelm: Betriebswirtschaftliche Organisation mittlerer Maschinenfabriken mit Kleinserien- und Einzelfabrikation. Diss. TH Aachen 1929, S. 36.

255) Vgl. Alford, L.P. and John R. Bangs: a.a.O.,S.756 ff.; Buffa, Elwood, S.: Models for Production and Operations Management. New York 1963, S. 24.

256) Heiner, H.-A.: a.a.O., S. 97.

e) Fließsystem

Eine völlige Abwendung von dem Anordnungsprinzip des Werkstättensystems stellt das Fließsystem dar. Seine Besonderheit besteht darin, daß die Produktionseinrichtungen in der Fertigungsfolge (E. Schäfer) hintereinander angeordnet sind. Dies kann geschehen, indem nur zwei oder mehrere Maschinen bzw. Arbeitsplätze entlang des Fertigungsweges postiert sind (Fließinseln)[257] oder indem der ganze Betrieb von dieser Ordnung beherrscht ist. Die Aufstellung der Einrichtungen und Arbeitsplätze erfolgt in der Folge der Ausführungsoperationen.[258] Diese "erzeugnisbestimmte"[259] Anordnungsform der Betriebsmittel nach der "technischen Zweckfolge"[260] oder "Anwendungsfolge"[261] kann den natürlichen Gegebenheiten des Produktionsablaufes entspringen, sie kann aber auch durch organisatorische (künstliche) Maßnahmen erreicht worden sein.

2. Fertigungssysteme und ihre Ablaufeigenarten

Die Fertigungssysteme an sich sagen zunächst noch wenig über die Form des fertigungstechnischen Geschehens in ihnen aus. Es wird hier ein Fertigungsablauf, je nachdem in welchem System er sich vollzieht, als Werkbank(system)fertigung, als Baustellen(system)fertigung, als Werkstätten-(system)fertigung oder als Fließ(system)fertigung bezeichnet.
Das Werkbanksystem bedeutet für die in ihm stattfindende Fertigung, daß sie in eine Reihe einzelner Vorgänge zerfällt oder zerlegt ist. Das ist an sich nichts Ungewöhnliches.

---

257) Vgl. Betriebswirtschaft. Hrsg. Hans Besters. Essen 1959, S. 199.
258) Vgl. Popowa, E.J.: Fließfertigung in der holzverarbeitenden Industrie. Leipzig 1956, S. 12; Böhrs, H.: a.a.O., S. 191 und 198; Funke, H.: a.a.O., S. 20; Buffa, Elwood S.: a.a.O., S. 25; Mellerowicz, K.: a.a.O., 1. Bd.,S.49; Heiner, H.-A.: a.a.O., S. 98; Köhler, D.: a.a.O., S. 84; Thom, Karl: a.a.O., S. 136; Schleip, W.: a.a.O., S.34; Gutenberg, E.: a.a.O., S. 98; Wrba, Max: Vergleichende Untersuchung ..., a.a.O., S. 3; Hennig, K.W.: a.a.O.,S.54.
259) Carnap, G.: a.a.O., S. 31.
260) Pentzlin, K.: a.a.O., S. 179.
261) Baum, W.: a.a.O., S. 36.

Die Besonderheit der Werkbankfertigung besteht aber darin, daß die an der Werkbank tätige Arbeitskraft jeweils ein ganzes Bündel von Aufgaben ausführt. Von einer innerbetrieblichen Arbeitsteilung, die eine Unterteilung der Fertigungsabläufe in verschiedenartige Teilarbeiten oder Arbeitsgänge und deren Aufteilung auf die verschiedenen Mitarbeiter bedeutet[262], kann bei der Werkbankfertigung nicht die Rede sein. Bei den anderen Fertigungssystemen hingegen liegt diese Form der Arbeitsteilung vor. Bewegungsvorgänge im Rahmen des Fertigungsablaufes sind in der Werkstättenfertigung ohne einheitliche Richtung, während sie bei der Baustellenfertigung überwiegend auf das Produkt hin verlaufen[263]. Bei der Fließfertigung ist ihre Richtung durch die Hintereinanderanordnung der Fertigungseinrichtungen bestimmt.

Diese Merkmale des Fertigungsablaufes sind aber nicht ausreichend, um daraus Rückschlüsse auf das Transport- und Lagerwesen in den einzelnen Fertigungssystemen ziehen zu können. Daher ist es im Folgenden notwendig, ein näheres Bild von der Eigenart des Fertigungsablaufes in den verschiedenen Fertigungssystemen zu gewinnen. Hierzu werden einige wesentliche Merkmale des Industriebetriebes herangezogen, die von Bedeutung für die Eigenart des Fertigungsablaufes sind, und deren Häufigkeit des Vorkommens zusammen mit dem typologischen Merkmal Fertigungssystem daher untersucht werden soll. Anhand der sich so ergebenden wesentlichen Merkmalskombinationen wird in den darauffolgenden Kapiteln eine Aussage über das Transport- und Lagerwesen in den verschiedenen Fertigungssystemen versucht.

---

262) Vgl. Herbert Bloy und Engelbert Pechold: Arbeitsteilung. In: Handwörterbuch der Betriebswirtschaft. Begründet von H. Nicklisch, 3. völlig neu bearbeitete Auflage, Band I, S. 231 ff.

263) Schmidt, Friedhelm (a.a.O., S. 51 Anm. 19) sagt von der Baustellenfertigung: "Ihr Kennzeichen ist, daß Arbeitskräfte, Maschinen, Werkzeuge und Einzelteile zum hauptsächlichen Bauteil hingebracht werden."

a) Fertigungssysteme und die zeitliche Lückenlosigkeit des Fertigungsablaufes

Jeder Fertigungsablauf ist ein Geschehen, das sich aus einer Vielzahl von einzelnen Vorgängen zusammensetzt, die jeweils als ein Schritt in Richtung auf das endgültige und angestrebte Produkt aufzufassen sind. Von entscheidender Bedeutung für die Eigenart eines Fertigungsablaufes und die Ablauffunktionen Transport und Lagerung ist aber, inwieweit die zahlreichen Vorgänge eine zeitlich ununterbrochene Folge in Richtung auf die Fertigstellung von Produkten oder Produktteilen bilden.
Solch ein zeitlich lückenloser Fertigungsablauf liegt immer dann vor, wenn Vorgänge des Fertigungsablaufes ohne wesentliche zeitliche Pausen aufeinander folgen.[264] Fertigungsabläufe, in denen zeitliche Lückenlosigkeit vorliegt, sind durch ihre zeitliche Gebundenheit und Straffheit gekennzeichnet. Voraussetzung dafür ist, daß die einzelnen Vorgänge oder Fertigungsphasen in ihrer Leistung weitgehend aufeinander abgestimmt sind.[265] Dies allein ist aber nicht ausreichend, damit ein zeitlich lückenloser Fertigungsablauf zustande kommt. Wesentlich ist darüber hinaus, daß der Fertigungsablauf so organisiert ist, daß ein Vorgang auch tatsächlich zeitlich unmittelbar an den anderen anschließt.

Zeitliche Lückenlosigkeit des Fertigungsablaufes ist nicht in jedem Falle gleichzusetzen mit dem zeitlich ununterbrochenen Transport des Produktes,[266] denn auch Zwischenlager bedeuten nicht immer eine zeitliche Unterbrechung, sondern können auch dem unmittelbaren Fortgang des Fertigungs-

---

264) Ellinger, Theodor (Ablaufplanung. Stuttgart 1959, S.32) prägt den Begriff der "zeitlichen Konzentration", die darauf aus ist, "die einzelnen Abschnitte der Arbeitsabläufe lückenlos aufeinander folgen zu lassen."
265) Vgl. Lauke, H.L.: a.a.O., S. 14.
266) Vgl. Pentzlin, K.: a.a.O., S. 254: "Das Entscheidende ist nicht die Fördertechnik, sondern die Abstimmung der einzelnen Arbeiten aufeinander und der Grad des erreichten Arbeitsflusses."; v. Holzer, Rudolf (a.a.O., S. 80): "Fließende Montage in des Wortes weitester Bedeutung heißt eigentlich nichts anderes, als störungsfreie ununterbrochene Montage und die Identifizierung des Fließgedankens mit der Idee des Fortschreitens des Arbeitsstückes ist erst eine sekundäre Begleiterscheinung."

ablaufes dienen (z.B. Zwischenlager des Rhythmusausgleichs oder der Assortierung), und bei Fertigungsvorgängen im Zustand der Ruhe des Produktes findet der Fertigungsablauf ebenfalls seine Fortsetzung.[267)]

Die zeitliche Lückenlosigkeit des Fertigungsablaufes kann in unterschiedlichen Abstufungen vorhanden sein. Sie ist als streng zu bezeichnen, wenn die einzelnen Vorgänge sowohl in ihrer rhythmischen oder kontinuierlichen Arbeitsweise als auch in ihrer Aufeinanderfolge in starkem Maße zeitlich festgelegt sind. Erreicht wird die strenge Lückenlosigkeit in der Regel dadurch, daß sie in der Arbeitsweise der Fertigungs-, Transport- oder Lagereinrichtungen technisch verankert ist. Lose ist die Lückenlosigkeit des Fertigungsablaufes gemeinhin, wenn sie durch organisatorische Maßnahmen besonders unter Mitwirkung der menschlichen Arbeitskraft zustande kommt. Unter organisatorischen Maßnahmen ist insbesondere zu verstehen, daß die Arbeitskräfte dazu angehalten werden, die einzelnen Vorgänge möglichst ohne zeitliche Verzögerung aufeinander folgen zu lassen. Dies kann geschehen durch entsprechende Überwachung und Leitung der Tätigkeiten der Arbeiter, durch Zeitvorgaben in Verbindung mit der Entlohnung oder einfach dadurch, daß ein Vorgang des Fertigungsablaufes den folgenden zur Tätigkeit drängt.

Welche Formen der zeitlichen Lückenlosigkeit des Fertigungsablaufes treten nun in Verbindung mit den verschiedenen Fertigungssystemen auf?

Bei der Werkbankfertigung wird die zeitliche Aufeinanderfolge der Vorgänge, die bei der Ausführung des Bündels von Aufgaben auftreten, maßgeblich durch die Arbeitskraft bestimmt. Die zeitliche Lückenlosigkeit des Fertigungsablaufes kann daher auch nur lose sein. Es gibt Fälle, in denen sie sehr lose oder fast überhaupt nicht vorhanden ist, wie zum Bei-

---

267) Aus diesen Gründen ist der "zeitlich lückenlose Fertigungsablauf" auch nicht identisch mit der Definition der Fließarbeit von Mäckbach (vgl. RKW: Handbuch der Rationalisierung, 2. Aufl., Berlin 1930, S. 231) als einer örtlich fortschreitenden, zeitlich bestimmten, lückenlosen Folge von Arbeitsgängen.

spiel beim Werkzeug- oder Vorrichtungsbau. Es gibt aber auch Beispiele, bei denen die zeitliche Lückenlosigkeit nahezu als streng zu bezeichnen ist, wie zum Beispiel die Montage von Uhren am Einzelarbeitsplatz im Akkord. In der überwiegenden Mehrzahl aller Fälle ist bei Werkbankfertigung die lose zeitliche Lückenlosigkeit des Fertigungsablaufes nur schwach durchgeführt.

Die Werkstättenfertigung ist dadurch gekennzeichnet, daß insbesondere die einzelnen Fertigungsvorgänge aber auch die Transport- und Lagervorgänge stark verselbständigt sind. Diese verhältnismäßige Unabhängigkeit der einzelnen Fertigungsvorgänge voneinander ist untrennbar mit der Anordnungsweise nach dem Werkstättensystem verbunden. Obwohl auch bei dieser völlig ungebundenen Fertigungsfolge versucht wird, mit organisatorischen Maßnahmen die Fertigung ohne große Zeitverluste voranzutreiben, liegt das Hauptaugenmerk doch auf der wirtschaftlichen Durchführung der einzelnen Aufgaben und nicht auf deren zeitlicher Aufeinanderfolge. So kommt die zeitliche Lückenlosigkeit des Fertigungsablaufes in der Werkstättenfertigung allenfalls nur in schwachen Ansätzen vor. Verschiedentlich wird versucht, durch Einrichtung fester Transportverbindungen und Zwischenlager auch in der Werkstättenfertigung eine lose zeitliche Lückenlosigkeit zu erreichen. Damit beginnt sich aber das Werkstättensystem sowohl von der räumlichen Aufeinanderfolge der Stationen des Fertigungsablaufes her als auch von der funktionalen Abhängigkeit der aufeinander folgenden Stationen her in Richtung des Fließsystems zu wandeln. Beispiel dafür ist die Anordnung von Werkstätten in Fließrichtung (s. Abb. 49, S. 143).

Bei der Baustellenfertigung ist häufig die mit organisatorischen Mitteln erreichte zeitliche Lückenlosigkeit des Fertigungsablaufes zu beobachten. Sie ist anzutreffen beim Bau von Reihenhäusern oder der Erstellung von Werkshallen, wobei jeweils auf bestimmte Aufgaben spezialisierte Arbeitertrupps in vorgeschriebenem zeitlichen Rhythmus von Baustelle zu Baustelle wandern. Besonders die neuzeitlichen Bestre-

bungen, die Bauzeiten zu verkürzen, führen in immer größerem Umfange dazu, den Fertigungsablauf lückenlos durchzuführen.

Vielfach beruht die Einführung eines zeitlich möglichst lückenlosen Fertigungsablaufes auf wirtschaftlichen Überlegungen. Die Baustellenfertigung bietet aber auch Beispiele dafür, daß technologische Zwänge den Anlaß geben können. So verlangt die Betonbauweise im Häuserbau und Brückenbau z.B. häufig die zeitlich lückenlose Herstellung bestimmter Bauabschnitte, weil zeitliche Unterbrechungen der Festigkeit des Bauwerkes schaden. Es muß sozusagen ohne wesentlichen Einhalt wachsen. Ähnlich sind Straßendecken in einem Arbeitsgang aufzuziehen, da das Bitumen im warmen, verformbaren Zustand aufgetragen werden muß. Eine Besonderheit bietet der Tunnelbau. Hier haben "alle Arbeiten im gleichen Tempo und gleichem Abstand"[268] fortzuschreiten. Die Fertigungsphasen Richtstollenvortrieb, Aufweitung des Profils, Zimmerung und Mauerung[269] bewegen sich über das Produkt hinweg.[270] Eine zeitlich lückenlose Fertigung ergibt sich aus zwei Gründen:

> "1. dem beengten Raum (jede Arbeitsgruppe schafft durch ihren Arbeitsgang den erforderlichen Bauraum für die folgende),
>
> 2. der technologischen Grundregel, nach dem Auffahren (Aufschluß) des Gebirges in k ü r z e s t e r Frist zum fertigen Tunnel zu gelangen, um Gebirgsbruch und -bewegungen, die in erster Linie eine Funktion der Zeit sind, möglichst wenig zu wecken."[271]

Die <u>Fließfertigung</u> ist wegen der Anordnung der Fertigungseinrichtungen in der Fertigungsfolge fast in allen Fällen zumindest mit loser zeitlicher Lückenlosigkeit des Fertigungsablaufes verbunden, weil diese Form der Anordnung geradezu dazu drängt. Am losesten ist der Fertigungsablauf in der Regel bei der Fertigung in Fertigungsstraßen. Hier sind die Fertigungseinrichtungen ohne besondere Transportvorrich-

---

268) Bauer, Hermann: a.a.O., S. 90.
269) Vgl. derselbe, a.a.O., S. 89.
270) Ähnlich Gutenberg, E.: a.a.O., S. 101.
271) Bauer, Hermann: a.a.O., S. 90.

tungen in der allgemeinen Fertigungsrichtung angeordnet. Die Fertigungsobjekte brauchen nicht an jeder Maschine oder an jedem Arbeitsplatz vorbei zu laufen. In räumlicher Hinsicht besteht kein Zwang zu einem gradlinigem Fertigungsablauf, und einzelne Stationen können mehrmals und auf Zickzackwegen und im Rücklauf durchlaufen werden.
Es bedarf keiner ausführlichen Erläuterung, daß bei mehreren Arbeitsplätzen oder Maschinen, die durch ständig verkehrende Einzeltransportmittel oder Förderbänder unter Einschaltung kleiner Zwischenlager verbunden sind, durch die Abhängigkeit der hintereinander angeordneten Arbeitsplätze oder Maschinen eine lose zeitliche Lückenlosigkeit des Fertigungsablaufes fast von selbst zustande kommt. Ähnliches ist dort zu beobachten, wo die Arbeitsgegenstände direkt von Arbeitsplatz zu Arbeitsplatz weitergegeben werden.
Das Fließsystem ist das einzige Fertigungssystem, in dem der Fertigungsablauf in <u>strenger</u> zeitlicher Lückenlosigkeit auftreten kann. Nur bei Anordnung der Fertigungseinrichtungen in der Fertigungsfolge läßt sich die zeitliche Lückenlosigkeit des Fertigungsablaufes in dieser Weise organisatorisch oder technisch in der Arbeitsweise der Fertigungseinrichtungen verwirklichen.
Die zeitliche Lückenlosigkeit des Fertigungsablaufes in ihrer strengen Form ist besonders häufig bei der natürlichen Fließfertigung anzutreffen. Die natürliche Fließfertigung ist nämlich gegeben aus der prozessualen Art der Fertigung, sei es, daß von vornherein eine natürliche Aufeinanderfolge einer Reihe von Vorgängen besteht oder daß es im Laufe der technologischen Entwicklung dazu gekommen ist. Sofern ein Fertigungsablauf nicht bereits strenge zeitliche Lückenlosigkeit aufweist, weil er nicht oder nicht beliebig unterbrechbar ist (wie z.B. bei chemischen Prozessen), wird sie durch die technische Verbindung mehrerer Fertigungseinrichtungen erreicht (z.B. Sägewerk, Mühle).

Weniger häufig ist die strenge zeitliche Lückenlosigkeit des Fertigungsablaufes bei der künstlichen oder organisierten Fließfertigung zu beobachten. Der Grund dafür ist darin

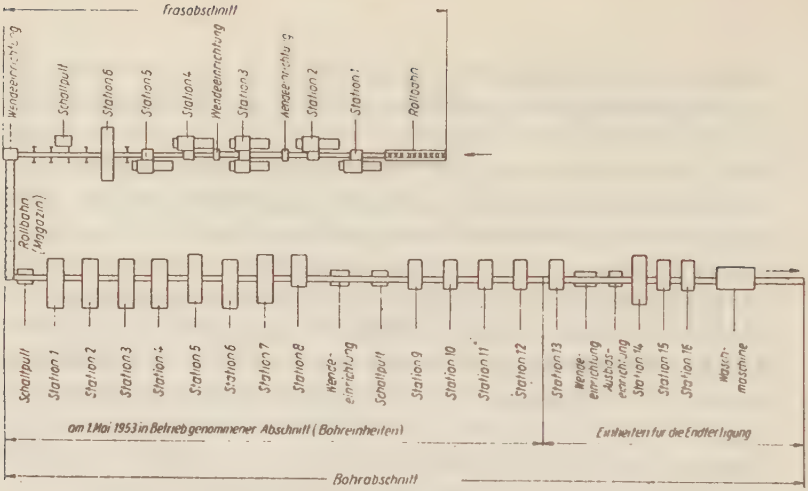


Abb. 46 Grundriß einer Transferstraße für die Zylinderkopffertigung in einem Kraftfahrzeugwerk.[272)]

zu suchen, daß die künstliche Fließfertigung im Gegensatz zur natürlichen Fließfertigung unter großen technischen und wirtschaftlichen Anstrengungen und Umwälzungen zustande kommt. So tritt die strenge zeitliche Lückenlosigkeit des Fertigungsablaufes bei der künstlichen Fließfertigung nicht in dem Umfange wie bei der natürlichen Fließfertigung auf. Sie ist vor allem verbreitet im Bereich der Industrien, die Fließmontage durchführen wie die optische Industrie, die Elektro-, Automobil- und Maschinenbauindustrie. In diesen und ähnlichen Zweigen der Industrie sind auch die sogenannten "Transferstraßen" (s. Abb. 46) zu Hause, bei denen die strenge Lückenlosigkeit des Fertigungsablaufes in vollkommenem Maße verwirklicht ist. Der Ablauf ist zeitlich lückenlos, Fertigungs- und Transportvorgänge sind teilweise ineinander gelagert und Zwischenlager treten nur noch selten auf und entfallen gänzlich, wenn kontinuierliche Vorgänge aufeinander folgen.

---

272) Aus Weidauer, Rudi: Automatische Maschinen-Fließreihen. Ihre technisch-ökonomischen Probleme. Berlin 1958, S. 26.

b) Fertigungssysteme und die Wiederholung gleichartiger Leistungen

Neben der zeitlichen Lückenlosigkeit ist es der "Grad der Verwirklichung des Massenprinzips" (E. Schäfer), der von maßgeblichem Einfluß[273] auf den Fertigungsablauf und seine Komponenten Transport und Lagern in den verschiedenen Fertigungssystemen ist.
Es bestehen "zwar gewisse Beziehungen, welche für Massen-, Serien-, Einzelfertigung usw. eine bestimmte Anordnung der Produktionsmittel vorteilhaft erscheinen lassen, jedoch ist ein notwendiger Zusammenhang keineswegs gegeben".[274]

Mit gewissen Abweichungen werden in der Literatur Einzel-, Serien- und Massenfertigung unterschieden.[275]

Einzelfertigung ist dadurch gekennzeichnet, daß eine Wiederholung von gleichartigen Leistungen nicht oder selten und dann in unbestimmten Abständen vorkommt. Jedes Produkt ist sozusagen eine Individualität wie z.B. beim Häuser-, Brücken-, Turbinen-, Klimaanlagen- und Entlüftungsanlagenbau. Nicht die Unterschiedlichkeit der Fertigungsobjekte an sich ist von Bedeutung, sondern die jeweils andersartigen Anforderungen, die die Produkte an die Produktionseinrichtungen und -kräfte stellen. Da dies im Grunde einer Verschiedenartigkeit der Produkte gleichkommt, wird deren Verschiedenartigkeit gemeinhin als Kriterium für die Massenhaftigkeit verwendet.[276]

Bei der Serienfertigung werden größere Stückzahlen gleichartiger Produkte mit gleichartigen Fertigungsgängen hintereinander produziert. Die Erzeugnisse einer Serie gleichen sich zwar, aber die Serie als solche in ihrer Abgrenzung

---

273) Vgl. Carnap, G.: a.a.O., S. 41 f.
274) Besters, Hans: Die Betriebswirtschaft (Hrsg. Hans Besters), Essen 1959, S. 199; vgl. ferner Hoss, Klaus: Fertigungsablaufplanung mittels operationsanalytischer Methoden unter besonderer Berücksichtigung des Ablaufplanungsdilemmas in der Werkstattfertigung. Würzburg-Wien 1965, S. 18.
275) Vgl. z.B. Gutenberg, E.: a.a.O., S. 108 f.; Besters, H.: a.a.O., S. 198; Lauke, H.L.: a.a.O., S. 4; Rössler, H.: a.a.O., S. 8; Henzel, F.: Betriebsplanung. Wiesbaden 1950, S. 41. Heber, A. und Nowak, P.: Betriebtyp und Abrechnungstechnik. In: Festschrift für Eugen Schmalenbach, Leipzig 1933.
276) Vgl. Gutenberg, E.: a.a.O., S. 108.

und, weil sie in der Regel nicht wieder aufgelegt wird, ist eine Individualität. Darum werden Einzel- und Serienfertigung auch als Individualfertigung (so E. Schäfer) bezeichnet.
Allerdings gilt das nur für die Kleinserie, kaum noch für die Großserie, die u.U. in relativ großen Stückzahlen über längere Zeiträume produziert wird und daher ähnlich wie die Massenfertigung den Produktionsprozeß prägt, und die daher eher ihr zuzurechnen ist.[277)]
Massenfertigung ist die Herstellung relativ großer Mengen gleichartiger Erzeugnisse über lange Zeiträume.[278)] Wird dauernd das gleiche Produkt gefertigt, wie bei der Herstellung von Dünger, Elektrizität, Zement etc., liegt gleichbleibende Massenfertigung vor.
Eine weitere Variante, die inhaltlich wechselnde Massenfertigung, ergibt sich, wenn die Fertigung in den einzelnen Zeitabschnitten verschiedene Inhalte hat. Eine Abgrenzung zur Großserienfertigung ist oft kaum noch möglich.[279)]

Kehren dabei sich fast nie ändernde Spielarten des gleichen Grunderzeugnisses abwechselnd wieder, wird diese Art zu fertigen mit Sortenfertigung bezeichnet.[280)] "Sorte" ist, obwohl die Sorten in der Regel ähnlich den Serien in größeren Stückzahlen aufgelegt werden, kein Begriff, der auf die Massenhaftigkeit anspielt, und paßt daher auch nicht recht in diesen Rahmen. Der Sachverhalt der Sortenfertigung impliziert von der Serien- bis zur wechselnden Massenfertigung reichende gleichartige Leistungen.

Zwischen den einzelnen Fertigungssystemen und den Abstufungen nach dem Grade der Verwirklichung des Massenprinzips, die in Wirklichkeit nicht so scharf voneinander getrennt sind, sondern ineinander übergehen, bestehen Wechselbeziehungen, so daß sich eine Eingrenzung darüber vor-

---

277) Vgl. Rössler, H.: a.a.O., S. 9.
278) Vgl. Still, Tom: a.a.O., S. 33.
279) Vgl. Mellerowicz, K.: a.a.O., 2. Bd., S. 99.
280) Vgl. Gutenberg, E.: a.a.O., S. 108 f.; Funke-Blohm: a.a.O., S. 49 f.

nehmen läßt, welche Formen der Massenhaftigkeit die Fertigungsabläufe der einzelnen Fertigungssysteme aufweisen.

Das Werkbanksystem zeigt auch hier wieder eine gewisse Sonderstellung. Obwohl es gemeinhin mit der Einzelfertigung einher geht, wie z.B. beim Werkzeug-, Verrichtungs- und Modellbau, bei der Herstellung von chemischen Substanzen am Laborplatz, die Arbeit in Rundfunkreparatur- und Goldschmiedewerkstätten, besteht auch die Möglichkeit der Klein-[281] und Mittelserienfertigung, wie z.B. in der Dekoriererei von Porzellanfabriken. Die Herstellung von einfachen, mundgeblasenen technischen Gläsern für physikalische und chemische Zwecke und das Handwickeln von Zigarren zeigen, daß auch zumindest Großserienfertigung, die der Massenfertigung sehr nahe steht, möglich ist.

Die Baustellenfertigung tritt in zwei unterschiedlichen Formen auf. Die eine besteht darin, daß das Produkt innerhalb einer ständig bestehen bleibenden, die Baustelle umgebenden Produktionsanlage hergestellt wird und später evtl. in seine Teile zerlegt verläßt (Flugzeug-, Schiffs-, Turbinen- und Kranbau).
Bei der anderen Form der Baustellenfertigung wird das Erzeugnis unmittelbar mit dem Grund und Boden verankert, wobei die Produktionsanlage an dem jeweiligen Ort der Herstellung neu zu errichten ist (Staudamm-, Brücken-, Häuser- und Straßenbau).[282] Hat das Erzeugnis einen streckenförmigen Charakter, so wandert das Zentrum des Fertigungsgeschehens, das Produkt hinter sich lassend, in dessen Wachstumsrichtung (Straßen-, Tunnel-, Ölleitungs-, Betonbrückenbau). Zur begrifflichen Unterscheidung dieser drei Arten der Baustellenfertigung mögen folgende Bezeichnungen dienen:

1. innerbetriebliche Baustellenfertigung[283]
2. außerbetriebliche Baustellenfertigung[283]
   a) ortsfest b) wandernd[284]

---

281) Vgl. Pentzlin, K.: a.a.O., S. 179.
282) Vgl. dazu die Ausführungen unter B. I. 1. c).
283) So Schäfer, E. in seinen industriebetriebswirtschaftlichen Vorlesungen.
284) Vgl. Bauer, Hermann: a.a.O., S. 1.

Baustellenfertigung ist in vielen Fällen Einzelfertigung. Besonders die ortsfeste, außerbetriebliche Baustellenfertigung hat eine stärkere Bindung zu ihr (Brücken-, Großanlagen-, Häuserbau), schließt aber eine Serienfertigung nicht aus, wie der Bau von mehreren Fabrikhallen beweist.[285] Kleine und u.U. auch große Serien werden neben Einzelobjekten häufiger in der innerbetrieblichen Baustellenfertigung gefertigt, so z.B. beim Großmaschinen- (s. Abb. 47), Lokomotiven-, Großtransformatoren-, Flugzeug-, Schiffs- und Öltankbau. Aber auch die außerbetriebliche, wandernde Baustellenfertigung, die abschnittsweise vorangetrieben wird, ließe sich als Serienfertigung bezeichnen, wenn die sich gleichenden (Tunnel-, Brücken- oder Straßen-) Abschnitte als Glieder einer Serie angesehen werden, die die gleichen Arbeiten erfordern.

Ähnliche Beziehungen zum Grad der Verwirklichung des Massenprinzips hat das Werkstättensystem aufzuweisen.[286] Einzelfertigung tritt besonders im Maschinenbau auf. Aber auch hier gelingt es trotz Einzelfertigung gesehen in Bezug auf das Endprodukt in der Teilefertigung dadurch, daß mehrere gleiche Einzelteile für das eine Endprodukt oder mehrere genormte oder sich sonst ähnliche Teile für verschiedene Endprodukte zusammengefaßt werden, zu größeren Stückzahlen zu gelangen.[287] Bei Serienfertigung vereinfacht sich dieses Problem. Mit ihr tritt bereits ein mit der Wiederholung gleichartiger Leistungen verbundene, für die Zeit der Bearbeitung der Serie geltendes Gleichbleiben des Fertigungsablaufes ein. Serienfertigung von der Klein- über die Mittel- bis zur Großserie ist die vorherrschende Form beim Werkstättensystem. Hier im oberen Bereich der Serienfertigung mit ihrem Übergang zur wechselnden Massenfertigung beginnt sich das zunächst räumliche Desintegration bedeutende Werkstättensystem zu wandeln. Die große Zahl gleicher und sich ständig wiederholender Folgen von Vorgängen des

---

285) Vgl. Bauer, Hermann: a.a.O., S. 92.
286) Vgl. Hoss, K.: a.a.O., S. 19.
287) Vgl. Henzel, F.: a.a.O., S. 41.

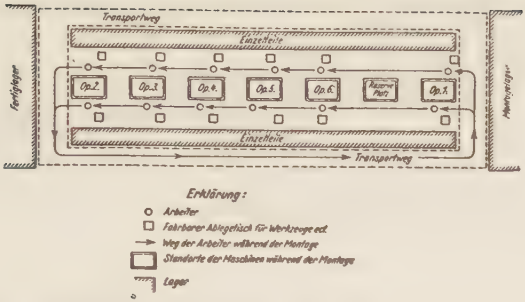


Abb.47 Zeitlich lose Baustellenmontage mit sechs nacheinander am Fertigungsobjekt tätig werdenden Arbeitergruppen.(288)

Fertigungsablaufes, die eine ständige Bindung in den funktionalen Beziehungen der Träger des Fertigungsablaufes hervorruft, läßt irgendwann eine Reintegration eintreten. Sie beginnt damit, daß zunächst Betriebseinrichtungen, die immer wieder zur Herstellung bestimmter Leistungen benötigt werden, zusammengestellt werden. Hierbei wird vielfach die häufigste Ablauffolge berücksichtigt, oder es kommt bereits das Fließsystem zur Anwendung.[289] Ausgenommen von dieser Auswirkung der Massenhaftigkeit sind Werkstätten mit Maschinen und Automaten zur Herstellung von in großen Mengen benötigten Kleinteilen oder Normalteilen[290] die einstufig in einem in einer Maschine vereinigten Herstellungsgang erzeugt werden.

Das Fließsystem ist in der Regel mit Massenfertigung verbunden. Das bedeutet nicht, daß das notwendigerweise so ist. Schon Kleinserien können diese Anordnungsform sinnvoll machen.[291] Dennoch werden Fließsystem und auch die strenge und z.T. auch lose zeitliche Lückenlosigkeit des Fertigungsablaufes häufig mit Massenfertigung gleichgesetzt. Die

---

288) Aus v. Holzer, Rudolf: Systematische Fabriksrationalisierung. München und Berlin 1928, S. 82.
289) Vgl. Seite 127.
290) Vgl. Schleip, W.: a.a.O., S. 34.
291) Vgl. Lauke, H.L.: a.a.O., S. 3.

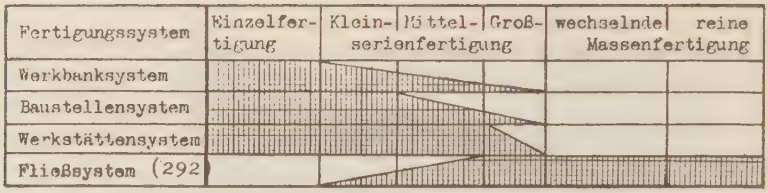


Abb. 48 Beziehungen zwischen den Fertigungssystemen und dem Grad der Verwirklichung des Massenprinzips.

zeitliche Lückenlosigkeit des Fertigungsablaufes als Kriterium der zeitlichen Bindung und Abstimmung des Fertigungsablaufs stellt nicht auf die Wiederholung gleichartiger Leistungen ab. Das kommt auch dadurch zum Ausdruck, daß es in durch Individualfertigung gekennzeichneten Fertigungssystemen auftritt (vgl. Abb. 48).

Für den Fertigungsablauf in den einzelnen Fertigungssystemen haben die unterschiedlichen Grade der Wiederholung gleichartiger Leistungen beachtliche Bedeutung.[293]
Einzelfertigung ist mit ständig wechselnden Anforderungen an die Träger betrieblicher Vorgänge hinsichtlich Quantität und Qualität ihrer Leistungen und deren Aufeinanderfolge verbunden. Die funktionalen Verknüpfungen, die zur Erreichung des Produktionszieles notwendig sind, sind jeweils neu vorzunehmen.[294]

Ähnlich liegen die Verhältnisse auch noch im unteren Bereich der Serienfertigung, obwohl für den Zeitraum der Fertigung einer Serie eine Festlegung und Stabilisierung im Zusammenwirken aller betrieblichen Einrichtungen und Arbeitskräfte eintreten.[295]
Für die Werkbankfertigung, die sich ohnehin unter einfacheren

---

292) Über die Beziehungen von Werkstätten- und Fließsystem zum Grad der Massenhaftigkeit siehe auch die empirische Untersuchung von Dieter Köhler: a.a.O., den "Unternehmensschlüssel" im Anhang, Spalten 6 und 7. Desgleichen Carnap, G.: a.a.O., S. 45.
293) Vgl. Köhler, D.: a.a.O., S. 133.
294) Vgl. derselbe, a.a.O., S. 59.
295) Vgl. Ellinger, Th.: a.a.O., S. 80.

Bedingungen abspielt, weil sie durch Vereinigung eines Aufgabenbündels auf eine Person nur das zeitliche Nacheinander in der Wahrnehmung dieser kennt, stellt die Neuvornahme der Verknüpfung der einzelnen Ablaufvorgänge keine allzu große Schwierigkeit dar.
Vor erheblichen Problemen dieser Art stehen dagegen die Baustellen- und Werkstättenfertigung. Sie gelten als die typischen Beispiele, bei denen zeitliche Straffung und Koordination zu wünschen übrig lassen, sei es, daß die Komplexität des dortigen Geschehens sich solchen Bestrebungen widersetzt, weil es sich wirtschaftlich nicht lohnt, oder daß sie bisher vernachlässigt wurden. Nicht nur, aber besonders in diesen beiden Fällen werden daher im Rahmen der Arbeitsvorbereitung auch operationsanalytisch Methoden zur Planung des Fertigungsablaufes[296] wie z.B. die Netzwerktechnik[297] angewandt, um die natürliche Tendenz zu einem Nacheinander in der Planung der Arbeitsoperationen[298] zu mildern und zu verhindern, daß aus dem zeitlichen Nebeneinander von Vorgängen ein Durcheinander wird.[299]
Dabei tritt im Werkstättensystem das "Arbeitsablaufdilemma"[300] auf, das aus der Gegenläufigkeit der beiden Forderungen, sowohl die Durchlaufzeit des Materials als auch die Leerzeiten der betrieblichen Sachmittel zu minimieren, resultiert.[301]
Mit zunehmendem Übergang in den Bereich der Massenfertigung lassen sich die Vorgänge des Fertigungsablaufes in einen mehr auf Dauer geregelten ("organisierten"[302]) Funktionszusammenhang bringen. Je stärker das Prinzip der Massenhaftigkeit verwirklicht ist, desto eindeutiger und langfristiger lassen sich die Fertigungsablaufvorgänge

---

296) Vgl. dazu Hoss, Klaus: a.a.O., mit zahlreichen Literaturhinweisen.
297) Vgl. z.B. Mertens, Peter: Netzwerktechnik als Instrument der Planung. In: Zeitschrift für Betriebswirtschaft (ZfB), 34. Jg. 1964, S. 382 - 407.
298) Vgl. Gutenberg, E.: a.a.O., Bd. 1. Die Produktion, 7. Aufl. 1962, S. 158.
299) Vgl. Gutenberg, E.: a.a.O., 7. Aufl. 1962, S. 158.
300) Derselbe, a.a.O., S. 21.
301) Vgl. derselbe, a.a.O., S. 21.
302) Schweitzer, M.: a.a.O., S. 28.

und ihre Träger einander zuordnen. In der Regel geschieht das auch.
Dieser Zusammenhang zwischen der Häufigkeit der Wiederholung gleichartiger Leistungen und der Beständigkeit funktionaler Bindungen bzw. dem funktionalen Aufeinanderangelegtsein aller den Fertigungsablauf ausmachenden Vorgänge kommt in gewissem Grade auch in den Fertigungssystemen zum Ausdruck.[303] So zeigt sich beim Baustellen- und ganz besonders auch beim Werkstättensystem, die sich im wesentlichen auf die Individualfertigung beschränken, daß bereits von der Anordnung der Fertigungseinrichtungen her eine relative Ungebundenheit und Selbständigkeit in deren Funktionsweise vorliegt. Mit zunehmender Massenhaftigkeit setzt eine engere Verknüpfung ein, sei es, daß versucht wird, dem Fertigungsablauf eine gewisse zeitliche Lückenlosigkeit zu geben, was neben der zeitlichen Straffung überdies eine stärkere funktionale Integration aller Teile des Fertigungsablaufes einschließt, oder daß sich bereits eine Anordnung der Werkstätten als Gesamtheit (s. Abb. 49) sowie der Maschinen in ihnen nach der Ablauffolge anzubahnen und durchzusetzen beginnt.

Massenfertigung, ist mit dem Werkbank-, Werkstätten- und Baustellensystem kaum oder nur selten verbunden. Die Quantität gleicher Fertigungsfolgen nämlich, die zunächst eine über lange Zeiträume gleichbleibende Funktionalbeziehung zwischen den Trägern der Fertigungsablaufvorgänge nach sich zieht, führt irgendwann zu einem Fertigungssystem anderer Qualität, zum Fließsystem. Das Fließsystem hat somit zwei Wurzeln: die Zwangslauffertigung,[304] sofern sie zumindest räumlichen Zwangslauf bedeutet, und die Massenfertigung. Beide drängen dazu, ständig hintereinander eingesetzte

---

303) Vgl. dazu auch Riebel, P.: Industrielle Erzeugungsverfahren, S. 18: "Mit dem Wort "System" wird das Zugeordnetsein und Abhängigsein der einzelnen Betriebsmittel untereinander ausgedrückt. Kennzeichnend für ein Erzeugungssystem sind in erster Linie der räumliche Aufbau der Erzeugungsstellen, der Erzeugungseinheiten und Arbeitsplätze und ihr Zusammenwirken im Produktionsgeschehen (Hervorhebung vom Verfasser).

304) Vgl. Hoss, K.: a.a.O., S. 16; Ellinger, Th.: a.a.O., S. 64.

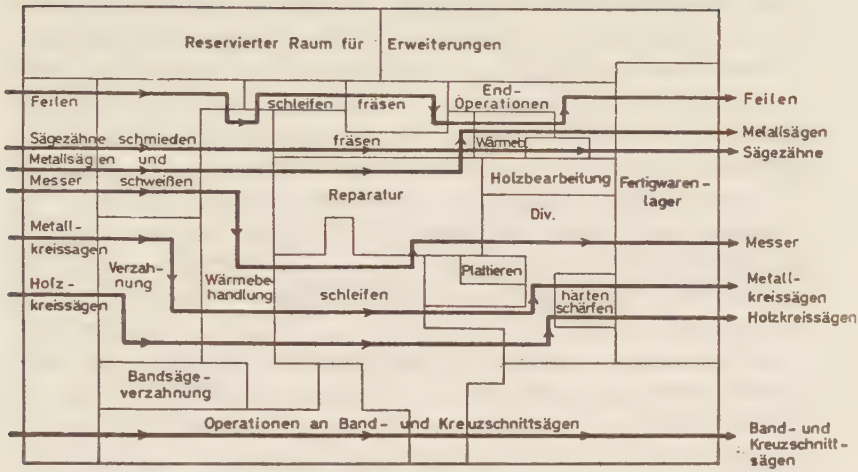


Abb.49 Anordnung der Werkstätten in Ablauffolge.[305)]

Fertigungsablaufstationen auch räumlich so anzuordnen und die funktionale Verknüpfung auch auf diesem Sektor zu vollziehen.[306)] Das setzt allerdings die Beweglichkeit des Fertigungsobjektes voraus. Auch kennt die Fließfertigung das Arbeitsablaufdilemma nicht.[307)]

c) Fertigungssysteme und die Technologie des Produktionsprozesses sowie die Art der Stoffverwertung

Nach dem bisherigen Bemühen, die Fertigungsabläufe der einzelnen Fertigungssysteme auf das Vorkommen und das Vorherrschen bestimmter Merkmale zu untersuchen und zu differenzieren, soll ein weiterer, letzter Schritt getan und ihre Beziehung zur Technologie bestimmter Abläufe und zu deren Art der Stoffverwertung zu klären versucht werden.
Grundsätzlich werden mechanisch-technologische und chemisch-technologische Betriebe unterschieden. Der allgemein üblichen

305) Schmidt, Friedhelm: a.a.O., S. 63.
306) Vgl. dazu auch Seite 138 f.
307) Vgl. Gutenberg, E.: a.a.O., S. 214.

Einteilung folgend wäre es erforderlich, neben die chemische Technologie die physikalische und die biologische zu stellen. Oder es wäre, geht man von dem Begriff der mechanischen Technologie aus, notwendig, ihr die nichtmechanische Technologie gegenüber zu stellen. Es geht hier aber nicht um die Bildung logischer Begriffspaare oder die Übernahme von anderen Einteilungsgesichtspunkten sondern um die Bildung allgemeiner Merkmale der technisch-ökonomischen Struktur des Industriebetriebes. Betrachtet man die vorherrschende Technologie, treten die mechanisch-technologischen Verfahren, die zu den physikalischen zu rechnen sind, besonders stark hervor. Soweit in der Industrie physikalische Verfahren angewandt werden, sind sie vorwiegend mechanisch-technologischer Art. Auf der anderen Seite sind es die chemisch-technologischen Verfahren, die eine entscheidende Rolle spielen. Diejenigen physikalischen Verfahren, die nicht zur mechanischen Technologie zählen, und ebenfalls die biologischen Verfahren sind in der Form ihrer technischen Durchführung den chemisch-technologischen sehr ähnlich. Sie wechseln häufig miteinander ab, gehen vielfach ineinander über und nicht immer lassen sie sich eindeutig voneinander abgrenzen.[308] Aus diesen Überlegungen heraus ist es sinnvoll, von der mechanischen Technologie auf der einen Seite und der chemischen Technologie auf der anderen Seite zu sprechen.

Die Werkbankfertigung ist fast ausschließlich auf die mechanische Technologie beschränkt. Ausnahmen bilden etwa die Herstellung von chemischen Substanzen an Laborplätzen oder die Arbeit in einem kleinen Photolabor.

Die Baustellenfertigung gehört ausschließlich in den Bereich der mechanischen Industrien; sie ist woanders gar nicht denkbar.

Auch das Werkstättensystem ist von Hause aus, wie die Bezeichnung bereits andeutet, im Bereich der mechanischen

---

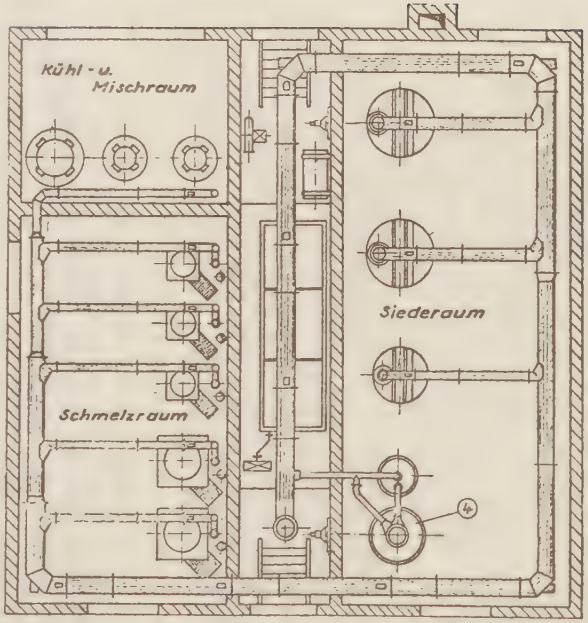
308) Siehe dazu Riebel, P.: Industrielle Erzeugungsverfahren, S. 32 und 62 ff.

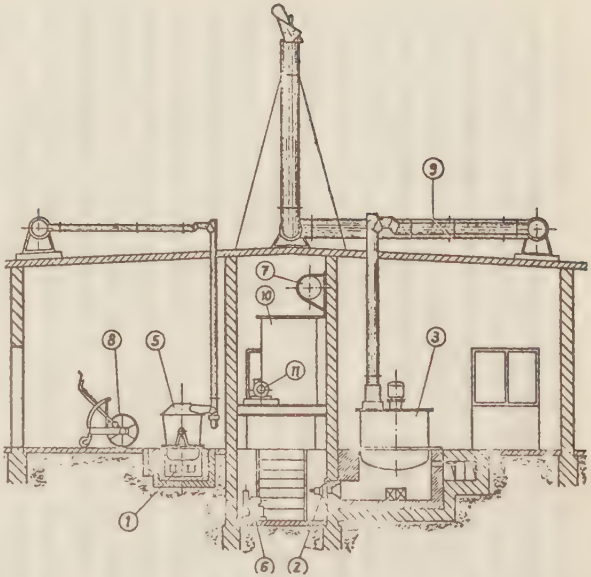
Industrien konzentriert. Aber auch in den chemisch-technologischen Industrien ist sie häufiger vorzufinden, als das gemeinhin angenommen wird.[309] Dazu können Gründe wirtschaftlicher Art, z.B. kleine und wechselnde Aufträge, die unterschiedliche Verfahrens- und Apparatekombinationen verlangen, führen. Zum anderen sind es Gründe technischer Art, wie z.B. in der Lackindustrie bei der Lackküche (s. Abb.50), der Mischerei sowie Kneterei. In der Lackküche veranlaßt eine gemeinsam genutzte Dampfabzug- und Kondensationsanlage die werkstattweise Anordnung. Bei Mischern und Knetern ließe sich - abgesehen von den wechselnden Aufträgen - eine teure Dosiervorrichtung für u.U. zwanzig bis dreißig Rezeptbestandteile für jede Maschine wirtschaftlich kaum vertreten.[310] So arbeitet eben eine Dosiervorrichtung für mehrere Mischer und Kneter, die deshalb auch nur intermittierend betrieben werden können. Dies und die Gefahr der Entmischung[311] bei kontinuierlichen Knetvorgängen stehen der Aufhebung der Werkstättenfertigung entgegen.

Im Bereich der chemischen Technologie lassen sich zwei typische Formen des Werkstättensystems feststellen. Einmal gibt es die Form, wie sie vornehmlich in der mechanisch-technologischen Industrie vorhanden ist: "Die einzelnen Teilverfahren und Apparate werden in wechselndem Umfang und mit wechselnder Prozeßfolge durchlaufen, so daß einzelne Apparate ganz übersprungen werden und außerdem die einheitliche Fließrichtung für den Stoffdurchsatz nicht mehr besteht".[312] Zum anderen ist jene Form verbreitet, in der Produktionsstufen darstellende Vereinigungen von Maschinen gleichen Verfahrens oder gleichen Fertigungsergebnisses immer in der gleichen Folge nacheinander zu durchlaufen, aber je nach Erzeugnisart oder -menge verschiedene Einrichtungen in den einzelnen Produktionsstufen daran beteiligt

---

309) Vgl. H. Kölbel und J. Schulze: a.a.O., S. 149 ff.
310) Vgl. H.O. Kölln und H. Engels: Betriebshandbuch der Lackherstellung, Apparate, Maschinen, Geräte. Stuttgart 1959, S. 155.
311) Vgl. dieselben, a.a.O., S. 170 ff.
312) H.O. Kölln und H. Engels: a.a.O., S. 155 f.





1 Gasinnenfeuerung
2 Ölfeuerung
3 Siedekessel, stationär
4 Standölanlage
5 abfahrbare Schmelzkessel
6 Ventilator
7 Fallöltank
8 Abfahrwagen
9 Dämpfekondensation
1o Wasserbehälter (dreiteilig)
11 Kreiselpumpe

Abb. 50 Seitenansicht und Grundriß einer nach dem Werkstättensystem aufgebauten Lackküche.[313)]

---

313) Kölln, H.O. und H. Engels: a.a.O., S. 46 und 47.

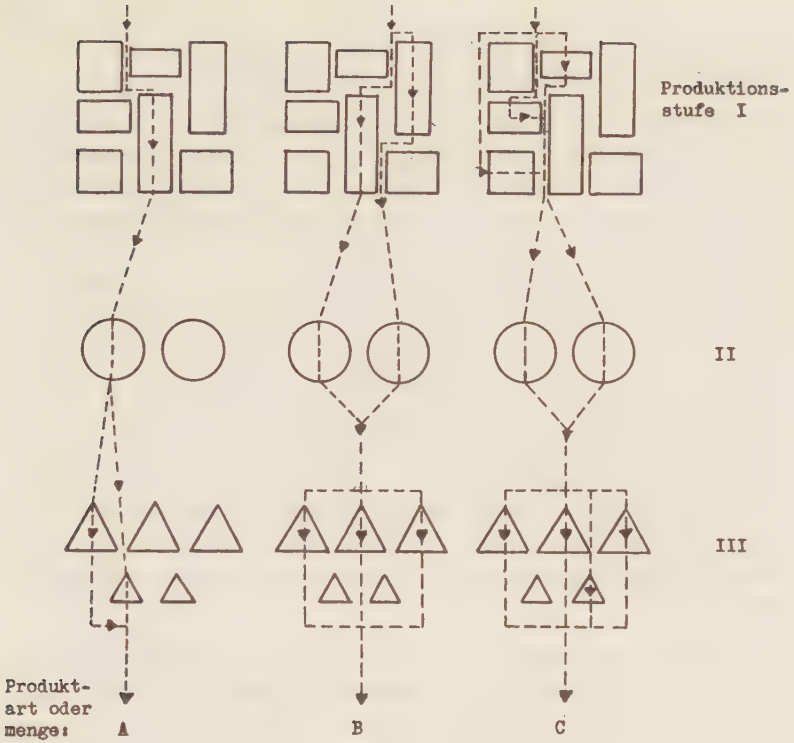


Abb. 51 Werkstättenfertigung in nach dem Fließsystem angeordneten Produktionsstufen.

sind (s. Abb. 51). Es sind zwar die Werkstätten, nicht aber die einzelnen Maschinen hintereinander angeordnet. Ähnliche Verhältnisse sind auch in mechanisch-technologischen Industrien anzutreffen (vgl. Abb. 49, S. 143).

Rein von der Anordnungsweise und vom äußeren Eindruck her ist diese Form des Werkstättensystems jenen Formen des Fließsystems sehr ähnlich, in denen die verschiedenen Stationen mit mehreren, parallel arbeitenden Aggregaten besetzt sind

(s. Abb. 52 und Abb. 53). Beide lassen sich mit Hilfe von Ablaufmerkmalen unterscheiden.

Werkstättensystem liegt in einem solchen Falle vor, wenn die einzelnen Arbeitsstationen oder -maschinen prozeßmäßig gesehen relativ unabhängig von Vor- und Nachstufe sind.[314] Solange noch die Möglichkeit des alternativen Einsatzes verschiedener z.T. recht unterschiedlicher Maschinen für gleiche Operationen in den einzelnen Produktionsstufen besteht, um sich die Vorteile der besseren Anpassungsfähigkeit der Werkstättenfertigung hinsichtlich der wechselnden Ablaufinhalte zu erhalten, liegt Werkstättensystem vor. Bei ihm sind bestimmte Einrichtungen der Vorstufe mit bestimmten Einrichtungen der Nachstufe immer wieder neu in einen Funktionalzusammenhang zu bringen. Diese ständig vorzunehmende Funktionalverknüpfung der Ablaufstationen verschiedener Produktionsstufen zu einem Produktionsprozeß ist für das Zustandekommen des Fertigungsablaufes im Werkstättensystem typisch.

Beim Fließsystem hingegen wechselt der Fertigungsinhalt selten. Die einzelnen Fertigungsstufen sind lediglich mit parallel arbeitenden Einrichtungen versehen, und deren funktionale Verknüpfung[315] und Aufeinanderfolge in Beziehung zur Vor- und Nachstufe ist bereits festgelegt und vorweggenommen, so daß sie nur geringe Variationen zulassen.[316]

Das <u>Fließsystem</u> ist sowohl in mechanisch- als auch in chemisch-technologischen Industrien verbreitet. Seine Anwendung bedarf aber in Betrieben ersterer Art häufig besonderer organisatorischer Anstrengungen, weil es gleichsam künstlich aus ökonomischen Gründen geschaffen wird, während es im anderen Falle aus dem Zwang des Ablaufes z.B. in einer Hitze, einem Druck, Aggregatzustand oder aus der Notwendigkeit ständigen Fortganges des Fertigungsablaufes natürliches Erfordernis ist. Aus diesem Grunde ist es für

---

314) Vgl. Hinsel, D.: a.a.O., S. 74.
315) Vgl. derselbe, a.a.O., S. 91.
316) Vgl. dazu auch Hinsel, D.: a.a.O., S. 167.

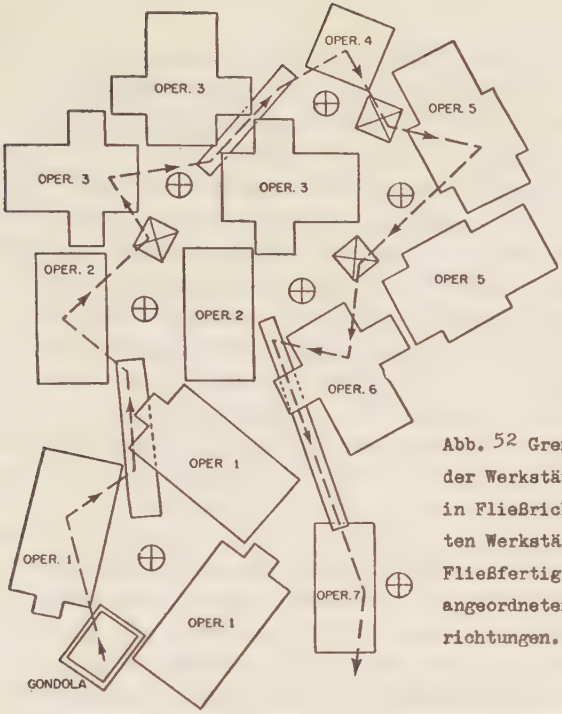
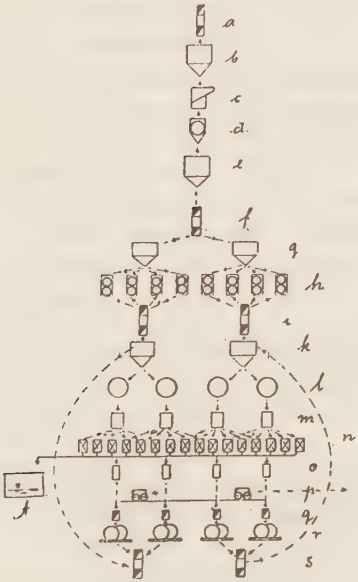


Abb. 52 Grenzfall zwischen der Werkstättenfertigung mit in Fließrichtung angeordneten Werkstätten und der Fließfertigung mit parallel angeordneten Fertigungseinrichtungen. 317)



a Becherwerk
b Eingangstrichter
c Waage
d Reinigungsmaschine
e Silo
f Becherwerk
g Füllrümpfe
h Walzenstühle
i Becherwerke
k Fülltrichter
l Wärmpfannen
m Vorpressen
n Kammerpressen
o Abschneidetische
p Wagen für d. Abtransport fertiger Kuchen
q Schnecke u. Trog
r Kollergänge
s Becherwerke
t Lagerbassin f. Öl

Abb.53 Fließfertigung mit Parallelanordnung von Fertigungseinrichtungen in den Produktionsstufen einer Ölmühle. 318)

---

317) Aus Apple, James M.: Plant Layout and Materials Handling. New York 1950, S. 69.
318) Aus Haase, Wilhelm: Ölmüllerei. Leipzig 1928, S. 78 f.

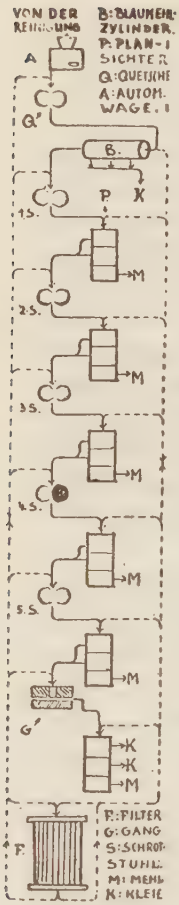


Abb. 54 Natürliche Fließfertigung in einer Roggenmühle.[319]

den Bereich chemische Industrie, obwohl bereits länger bekannt, in der Literatur weniger stark erwähnt worden und als etwas Umwälzendes empfunden worden.
Allerdings gibt es auch im Bereich der mechanisch-technologischen Industrien Beispiele, bei denen die Anordnungsweise des Fließsystems natürlich erscheint. Die Mühlenindustrie (s. Abb. 54) mit ihren im Mahlprozeß enthaltenen vielfältigen Vorgängen in geschlossenen Apparaturen und Transportwegen ist ein Beispiel dafür. Die Verarbeitung "formloser" Materialien begünstigt hier das natürlich bedingte Fließsystem.

Wesentlich differenzierter wird das Bild der Zuordnung von Fertigungssystemen und der Technologie des Produktionsprozesses, wenn noch als weiteres typologisches Merkmal die Art der Stoffverwertung herangezogen wird.
Schäfer unterscheidet[320] grundsätzlich: "analytische (zerlegende, auswertende)", "synthetische (zusammenbauende)" und "durchlaufende Fertigung".[321]

Bei der durchlaufenden Fertigung liegt "zumeist eine geringfügige, oft nur die Oberfläche berührende Veränderung des bearbeiteten Materials vor".[320]

Die Werkbankfertigung, die ohnehin nur eine geringe Rolle in der industriellen Fertigung spielt, macht auch hier eine Aussage

319) Aus Hackinger, Corbin und Paul H. Schmidt: Der betriebswirtschaftliche Produktionsprozeß in der Getreidemüllerei. Stuttgart 1929, S. 53.
320) Schäfer, E.: Die Massenfertigung und ihre absatzwirtschaftlichen Voraussetzungen, a.a.O., S. 671.
321) Vgl. dazu noch Riebel, P.: Industrielle Erzeugungsverfahren, S. 55 ff.

schwierig. Da sie aber vorwiegend im mechanisch-technologischen Bereich anzutreffen ist, wird durchlaufend oder synthetisch gefertigt. Durchlaufende Stoffverwertung erfolgt z.B. in der Dekoration einer Porzellanfabrik, in der Glas- und Edelsteinschleiferei sowie in einer Reparaturwerkstatt für Rundfunkgeräte. Synthetische Stoffverwertung liegt beispielsweise vor im Werkzeug- und Vorrichtungsbau, bei der Herstellung von Musikinstrumenten oder des Druckstockes in der Setzerei eines Druckbetriebes.
Für die Baustellenfertigung kommt praktisch, wenn von dem seltenen Fall der Baustellen d e m o n t a g e abgesehen wird, nur die synthetische Stoffverwertung in Frage.
Weitaus komplexer liegen die Verhältnisse beim Werkstättensystem. In mechanisch-technologischen Betrieben steht obenan die synthetische Stoffverwertung. Das sind vor allem jene Betriebe, die in den Bereich der "Maschinenbau"- und feinmechanischen Industrie (Metallspielzeug, Büromaschinen, Stromzähler, Ketten, optische Gläser etc.) gehören. An zweiter Stelle folgen die durchlaufende Fertigung (Färberei, Wäscherei, galvanische Betriebe, Kleindruckereien, Pressen von Kunststoffteilen) und die weniger verbreitete analytische Stoffverwertung wie z.B. in kleineren Holzwerken und Fleischfabriken.
Bei chemischer Technologie kann die durchlaufende Stoffverwertung nur von geringer Bedeutung sein (z.B. Oberflächenbehandlung und Veredelung), weil chemisch-technologische Industrien nach Riebel[322] in der Regel Stoffumwandlung betreiben, wofür nur analytische und synthetische Verfahren in Frage kommen. Die Produkte in der chemischen Technologie sind fast ausschließlich formlos im Gegensatz zum Werkstättensystem mit mechanischer Technologie, und synthetischer Stoffverwertung. Für die analytische Stoffverwertung gilt dieser Unterschied in geringerem Maße. Chemisch-analytische oder -synthetische Vorgänge treten z.B. bei der

---

322) Vgl. Riebel, P.: Mechanisch-technologische und chemisch-technologische Industrien ..., a.a.O., S. 413; derselbe, Industrielle Erzeugungsverfahren, S. 30 ff.

Gewinnung von Kräuterextrakten in der Arzneimittelindustrie bzw. bei der Lackherstellung auf.

Was für das Werkstättensystem untergliedert nach der Technologie in Bezug auf seine Beziehung zur Art der Stoffverwertung gesagt wurde, kann auch weitgehend für das Fließsystem übernommen werden. Das nicht zuletzt deswegen, weil das eine dem anderen System in vielen Fällen nur deswegen vorgezogen wird, weil es bei den verschiedenen Graden der Verwirklichung des Massenprinzips vorteilhafter ist. Eine gewisse Akzentverschiebung findet dennoch statt, denn es kommen jene Bereiche hinzu, bei denen zwangsläufig bzw. natürlich das Fließsystem vorkommt, die für das Werkstättensystem also von vornherein ausfallen, und die außerdem gleichzeitig mit Massenerzeugung verbunden sind.
Neben der auch beim Fließsystem stark vertretenen mechanisch-synthetischen Fertigungsweise ("Zusammenbauindustrien") gewinnt die mechanisch durchlaufende an Gewicht (z.B. Walzwerk, Konservenindustrie, Stoff- und Papierdruckereien, Ziegelei u.a.). Die chemischen Fertigungsarten, die ohnehin sehr stark zur Massenfertigung neigen[323], sind gleichermaßen analytisch (Hochofenwerk, Raffinerie, Molkerei, Zuckerfabrik, Gaswerk, Sauerstoffwerk) wie auch synthetisch (z.B. "Rezeptindustrien"[324], Amoniaksynthese, Herstellung von PVC[325]. Ein Übergewicht der einen oder der anderen Form der Stoffverwertung ist nicht festzustellen.

d) Schematische Darstellung der Zusammenhänge zwischen den Fertigungssystemen und den genannten Merkmalen

Zum Abschluß dieses Abschnittes soll versucht werden, die bisher gewonnenen Einsichten in einem Schema übersichtlich darzustellen, um gewisse schwerpunktmäßige Zusammenhänge besser erkennbar zu machen (s. Abb. 55), wobei feinere

---

323) Vgl. Riebel, P.: Mechanisch-technologische und chemisch-technologische Industrien ..., a.a.O., S. 418.
324) Vgl. Riebel, P.: Industrielle Erzeugungsverfahren, S. 66.
325) Vgl. A. Moretti und R. Hinden: Einführung in die Verarbeitung von PVC. München 1959, S. 8.

Häufigkeit des Auftretens: 1. ausschließlich 2. vorwiegend 3. häufig 4. vereinzelt	zeitl. Lückenlosigkt. d. Fert-Abl. a) lose b) streng	Massenhaftigkeit Einzel-, Serien-, Massenfertigung			Fertigungssysteme	Technologie Stoffverwertung mechanisch analytisch	mechanisch durchlaufend	mechanisch synthetisch	chemisch analytisch	chemisch durchlaufend	chemisch synthetisch
1.					Werkbanksystem						
2.		x x					x	x			
3.											
4.	a)		x								
1.					Baustellensystem			x x			
2.		x x									
3.	a)										
4.			x			(x)					
1.					Werkstättensystem						
2.		x	x x					x x			
3.							x		x		x
4.	(a))			x		x				(x)	
1.				x	Fließsystem						
2.	a)			x x		x x	x	x x	x x		x x
3.	b)		x								
4.						x				(x)	

Abb. 55 Zusammenhänge zwischen den Fertigungssystemen und einigen den Fertigungsablauf prägenden Merkmalen.

xx mit Schwergewicht bei
(x) von geringer Bedeutung

Nuancierungen verloren gehen.
Dort, wo mehrere Merkmale derselben Kategorie nebeneinander vorhanden sind, besteht vereinzelt die Schwierigkeit, eindeutige Rangfolgen in deren Vorkommen festzustellen.
Zur weiteren Verdeutlichung werden in Abb. 56 die wesentlichen Merkmalsverbindungen dargestellt. Dieses Vorgehen bedeutet bewußtes Weglassen solcher Merkmale, die in Zusammenhang mit den jeweils genannten Fertigungssystemen eine weniger gewichtige Rolle spielen.

Das Voranstellen des typologischen Merkmals "Fertigungssystem" ist nicht so zu verstehen, daß es die anderen Merkmale nach sich zieht. Die Darstellungsweise ist allein durch die Blickrichtung dieser Arbeit begründet. An sich könnte ebenso gut das Merkmal "Massenhaftigkeit" oder ein anderes an der Spitze stehen, weil alle miteinander in Wechselbeziehung stehen[326]. Auch hat nicht jedes Merkmal dieser Merkmalsvereinigungen die gleiche prägende Kraft für den Fertigungsablauf. Darüber hinaus wird mit der Darstellung in Abb. 56 ein weiterer Zweck verfolgt. Da die in Verbindung mit den Fertigungssystemen genannten Merkmale auch von Bedeutung für deren Fertigungsabläufe sind und damit auch auf das Transport- und Lagerwesen ausstrahlen, soll anhand dieser ausgewählten Merkmalsreihen das Transport- und Lagerwesen in den einzelnen Fertigungssystemen zu charakterisieren versucht werden.

II. Transport und Zwischenlager in den einzelnen Fertigungssystemen

1. Möglichkeiten und Grenzen einer Aussage

Wenn in den folgenden Kapiteln dieser Arbeit der Versuch gemacht werden soll, Zusammenhänge zwischen den Fertigungssystemen und den für sie typischen Erscheinungsformen des Transport- und Lagerwesens darzustellen, so ist das nicht

---

326) Vgl. Hinsel, D.: a.a.O., S. 18.

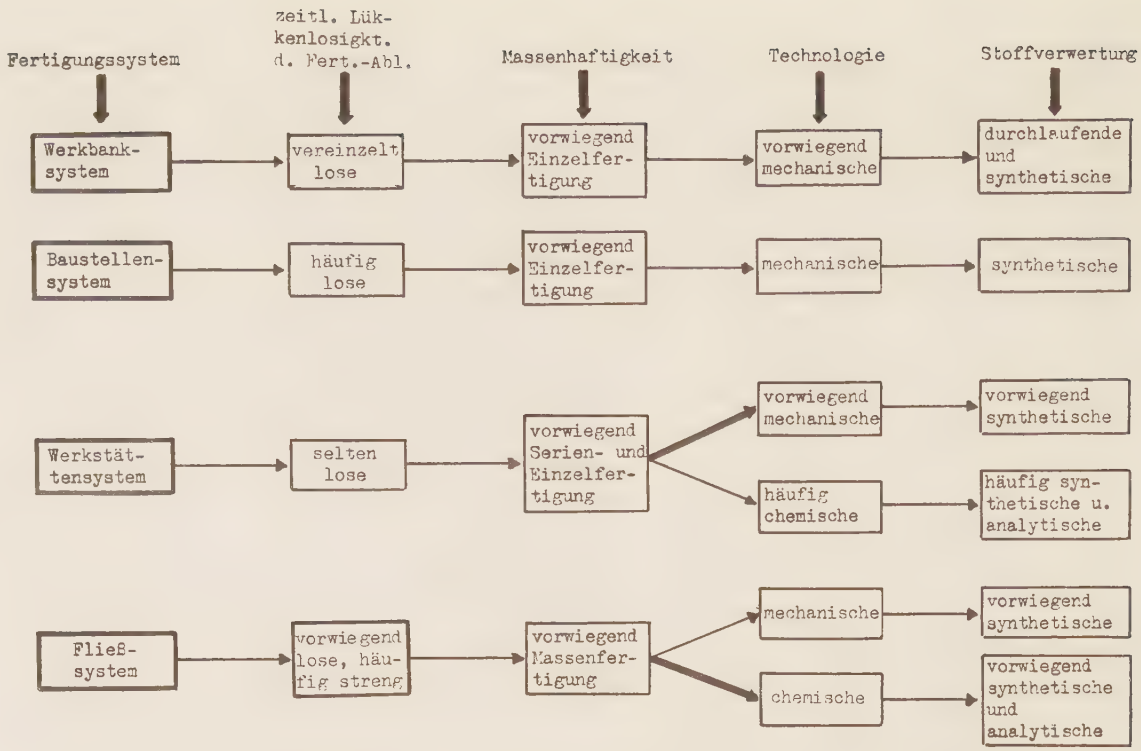


Abb. 56 Fertigungssysteme und in ihnen vorherrschende, für den Fertigungsablauf bedeutsame Merkmale.

ohne Umweg möglich. Es gibt noch andere den Fertigungsablauf beeinflussende Merkmale als die Fertigungssysteme, die aber mit ihnen in Beziehung stehen und daher zur näheren Kennzeichnung der Fertigungsabläufe herangezogen werden müssen. Je nachdem, in welchem Umfang die einzelnen Merkmale mit anderen vorkommen und in welcher Stärke sich das einzelne Merkmal unter den anderen durchsetzt oder ausgeprägt ist, hat dies unterschiedliche Auswirkungen auf die Form der Fertigungsabläufe.

Im letzten Kapitel des vorigen Abschnittes wurde versucht, die wichtigsten Merkmalsreihen (s. Abb. 55 und Abb. 56) mit den zu einem Fertigungssystem in Bezug stehenden Merkmalen darzustellen. Wenn sie jetzt den folgenden Ausführungen zugrunde gelegt werden, so darf nicht vergessen werden, daß die darauf basierenden Aussagen gleichsam einer dreifachen Einschränkung unterliegen.

1. Ein typologisches Merkmal an sich bedeutet bereits eine starke Abstraktion.
2. Den Fertigungssystemen ist nur eine beschränkte Anzahl wichtiger, den Fertigungsablauf beeinflussender Merkmale zugeordnet worden.
3. Die als Arbeitsgrundlage herangezogenen Merkmalsreihen bedeuten eine Auswahl aus einer Anzahl anderer möglicher Reihen. Lediglich die gewichtigsten stehen zur Untersuchung.

Nur unter Beachtung der hiermit gesteckten Grenzen, die notwendig sind, um aus der Vielfalt der Merkmalskonstellationen und ihrer unterschiedlichen Ausprägungen heraus zu Folgerungen kommen zu können, sind die anschließenden Feststellungen zu verstehen.

2. Transport- und Lagerwesen in der Werkbankfertigung

Werkbank-fertigung	vereinzelt lose Lücken-losigkeit	vorwiegend Einzelfer-tigung	vorwiegend mechanische Technologie	durchlaufende und synthet. Stoffverwertg.

Das Werkbanksystem ist mit einem wenig differenzierten Fertigungsablauf verbunden. Dieser vollzieht sich von einer Person getragen aber in verschiedene Vorgänge zerlegt in einem engen Bereich, nämlich dem mit Maschinen, Arbeitsvorrichtungen und Werkzeugen versehenen Arbeitsplatz. Eine zeitliche Lückenlosigkeit und Regelung des Fertigungsablaufes ist selten gegeben, da das Tempo der einzelnen Arbeitsgänge durch die Arbeitskraft bestimmt wird und wegen des z.T. individuellen Schwierigkeitsgrades auch nicht streng regelbar ist. Der Fertigungsfortgang vollzieht sich bei Einzelfertigung derart, daß Produkte, die aus einem zu fertigendem Stück bestehen, in einem Zuge fertiggestellt werden oder bis zu einem bestimmten Stadium vorangetrieben werden, von dem ab sie nacheinander einer gleichen oder ähnlichen Behandlung unterzogen werden können. Bei zusammengesetzten Produkten geschieht das in derselben Weise für die Einzelteile, die nacheinander gefertigt werden, um dann zu einem Erzeugnis zusammengefügt zu werden. Bei mehrfacher Einzelfertigung oder bei Serienfertigung werden die Produkte oder Produktteile im Umfang der Serie oder in nach anderen Gesichtspunkten gebildeten Teilmengen zwar hintereinander aber doch geschlossen u.U. über mehrere Stationen laufen, um dann in ähnlicher Weise die nächste Ablaufstufe zu passieren. Der Fertigungsweg wird jeweils durch die Art und Aufeinanderfolge der an Maschinen, Fertigungseinrichtungen oder dem Arbeitsplatz vorzunehmenden Vorgänge bestimmt.
Was bedeutet das für das Transport- und Lagerwesen in der Werkbankfertigung? Die mechanisch-synthetische oder -durchlaufende Fertigung deuten darauf hin, daß vorwiegend Stückgüter verarbeitet werden. Sofern nicht der Mensch selbst alle Transportvorgänge durchführt, werden einfache, universell verwendbare, für Güter geringen Gewichtes und im

gesamten Werkbankbereich brauchbare Transportmittel eingesetzt (z.B. fahrbare Tische und Handkarren). Sofern diese meist handbewegten Fördermittel nicht gerade anderweitig besetzt sind, sind sie auf Anforderung beschickbar und freibeweglich. Unter Umständen werden auf einem fahrbaren Untersatz Maschinen und Geräte bedarfsweise an den Arbeitsplatz herangebracht.
Insgesamt gesehen ist das Förderwesen schwach entwickelt, so daß eigentlich gar nicht von einem Förder w e s e n sondern nur von dem Vorhandensein einzelner Transportmittel gesprochen werden kann. Darin liegt die Charakteristik des "Förderwesens" in der Werkbankfertigung.

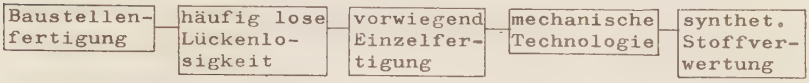
Ähnlich wenig entwickelt und vor allem wenig differenziert bietet sich auch das Lagerwesen. Wegen der teilweise geringen Produktionstiefe und der damit verbundenen fehlenden Möglichkeit, den Fertigungsablauf zu unterteilen,[327] bietet sich kaum Spielraum für die Entfaltung von Zwischenlagern zwischen den marktlich bedingten Vor- und Nachlagern überhaupt, noch können sich Zwischenlager, die sich durch das Hervortreten einer Lagerfunktion herausheben, bilden. Die Zwischenlager erfüllen hier ein ganzes Bündel Funktionen gleichzeitig.
Zwischenlager und Bereitstellung sind fast immer mit dem Eingangs- oder Rohmateriallager identisch, da keine nennenswerte Umsetzung des Materialstromes auf die spezifischen Anforderungen des folgenden Fertigungsablaufes notwendig ist. Ist der Ablauf mehrstufig, können bei mehrteiligen Einzelprodukten oder bei Serienfertigung Ansammlungs- oder Assortierungslager entstehen, die dann nach Fertigstellung des letzten Teiles mit Beginn des nächsten Vorganges wieder abgebaut und danach oder vor der nächsten Station evtl. wieder aufgebaut werden. Sie befinden sich direkt am oder auf dem Arbeitsplatz, u.U. auch zu beiden Seiten der

---

327) Vgl. Schröder, Rolf-Dietrich: Der Standort der Lager in Industriebetrieben. Unveröffentlichte Diplomarbeit an der WiSo-Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg, Nürnberg 1956, S. 27.

Arbeitskraft oder in der Nähe des Werkplatzes.
Deutlicher hebt sich das Lagerwesen heraus, wenn eine Reihe von Werkbänken durch Zwischenlager zu bedienen sind.

3. Transport- und Lagerwesen in der Baustellenfertigung



Fertigungsweise in der Baustellenfertigung ist ausschließlich mechanisch-synthetische. Der Fertigungsablauf untergliedert sich häufig in Fertigungsabschnitte, wie sie sich vom Aufbau[328] oder Werdegang[329] des Produktes her ergeben. Entsprechend wandern auf Bauabschnitte spezialisierte Maschinen und/oder Arbeitskräfte "über" die Baustelle hinweg oder an sie heran und hinterlassen das Produkt jeweils in einem fortgeschrittenen Zustand. Dieser Vorgang ähnelt jenem, bei dem das Produkt durch die verschiedenen Fertigungsstufen eines Betriebes bewegt wird. Beispiele dafür finden sich in der Serien- und Einzelfertigung von Häusern, Schiffen, Flugzeugen, bei der Startmontage von Raketen, dem Bau von Tunneln, Brücken und Untergrundbahnen, Großanlagen (z.B. Gasometer, Raffinerien, Hydrieranlagen etc.), Lokomotiven, Großmotoren, Transformatoren, Turbinen und Großtanks. An diesen Beispielen wird deutlich, daß es bei der Fertigung im Baustellensystem letztlich um die Montage nicht- oder nur schwer beweglicher Erzeugnisse geht. Einzelteile, Zubehör und auch Bauteile und Sektionen des Produktes werden daher in der Regel in Betrieben oder in Betriebsteilen gefertigt, die im Werkstättensystem oder möglicherweise auch im Fließsystem aufgebaut sind. Vereinzelt werden die Teile eines Bauwerkes ihrerseits im Baustellensystem auf Vormontageplätzen gebaut, so z.B. beim Schiffsbau Zwischendecks,

---

328) Vgl. Bauer, H.: a.a.O., S. 92.
329) Vgl. Budnikow, Nedawni, Ribalski: a.a.O., S. 19.

Schottenwände[330] oder sogar Bug, Heck und die dazwischenliegenden bis zu 300 Tonnen schweren Sektionen[331] (siehe Abb. 57).

Die Transportmittel im Baustellensystem sind, weil meist große und auch sperrige Lasten zu bewegen sind, auf das Gewicht und die Dimensionen des Transportgutes spezialisiert. Dies bringt es mit sich, daß das Hauptfördermittel meist die Form einer Anlage hat, die nahezu alle Transportaufgaben im gesamten Bereich der Baustelle auszuführen in der Lage ist und auch noch die einzelnen Fertigungsbereiche (Vormontageplätze, Betriebsteile, Lager) miteinander verbindet. Recht ausgeprägt zeigt sich solche Transportanlage auf den Baudocks einer Werft mit ihren festen Hellinggerüsten und Krananlagen, auf denen sich gleichzeitig in verschiedenen Richtungen bewegliche Hebezeuge befinden.[332]

Eine feste Installation ist nur möglich bei innerbetrieblicher Baustellenfertigung.[333] Bei der außerbetrieblichen Baustellenfertigung, die dadurch gekennzeichnet ist, daß die gesamte Baustelle nach Fertigstellung des Produktes aufgelöst wird, gehören die Fördermittel (hauptsächlich Krane, Förderbänder) mehr zu den umstellbaren (temporär festgelegten), obwohl sie für die Zeitdauer der Bauarbeiten ebenfalls fest installiert sind.
Bei der Baustellenfertigung haben die Transportmittel nicht nur Material und Bauteile sondern u.U. auch Maschinen (Schweiß-, Niet-, Bohrmaschinen, Prüfgeräte, Kompressoren und sonstige Kleinmaschinen) sowie Bau-, Abstütz- und Justiergerüste an der Baustelle zu bewegen. Schmidt, Friedhelm (a.a.O., S. 51 Anm. 19) sagt von der Baustellenfertigung: "Ihr Kennzeichen ist, daß Arbeitskräfte, Maschinen,

---

330) Vgl. Werner v. Schütz: a.a.O., S. 117.
331) Vgl. Gaskill, Gordon: Schiffe aus der Tube. Eine schwedische Werft geht neue Wege. In: Die Zeit, Wochenzeitung für Politik, Wirtschaft, Handel und Kultur. 22. Jg., Nr. 6 v. 10.2.67, S. 37.
332) Vgl. Die Werft. Hrsg. Deutsche Maschinenfabrik AG (Demag), Duisburg 1926, S. 333 f.
333) Siehe Seite 137 f.

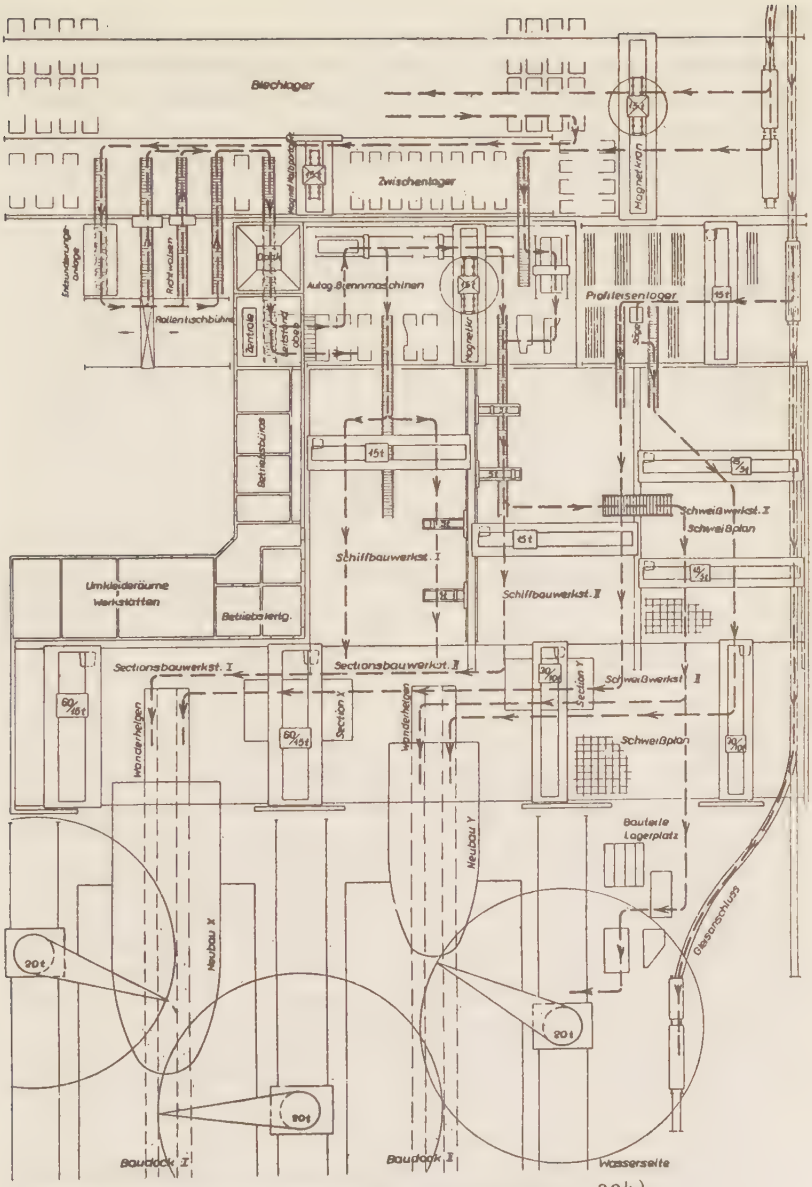


Abb. 57 Baustellenfertigung auf einer Schiffswerft. 334)

334) Aus Wenzlaff, Heinz: Materialfluß im Schiffbau. In: Fördern und Heben. Messesonderausgabe 1960, S. 208.

Werkzeuge und Einzelteile zum hauptsächlichen Bauteil hingebracht werden." Gemeinhin sind die Transportmittel bei der Baustellenfertigung auf Anforderung beschickbar. Das gilt auch für freibewegliche Transportmittel, die im wechselnden Umfange für das Heranbringen des Materials an die Baustelle Verwendung finden.

Eine ganz besondere Bedeutung kommt den Fördermitteln im Falle der außerbetrieblichen wandernden Baustellenfertigung zu. Hier, wie z.B. beim Straßen-, Tunnel-, Gleis- und neuerdings auch beim Betonbrückenbau, sind die Fertigungsapparaturen und -maschinen laufend oder von Zeit zu Zeit zu transportieren. Die Fördermittel sind zum Teil mit der Fertigungsapparatur unmittelbar verbunden und daher jederzeit einsetzbar. Wenn z.B. beim Untergrundbahnbau im Schildvorantrieb sich eine Art "Blechbüchse" mit 5 cm dicken Stahlwänden und 120 to Gewicht, an deren Vorderteil sich ein Förderrad zum Abbau der Erdmassen befindet und in deren Inneren sich Arbeitsplätze für Arbeiter befinden, durchschnittlich 5 Meter in 20 Stunden fortbewegt[335], lassen sich Transport- und Fertigungsvorgang nicht mehr auseinanderhalten. Sie laufen simultan ab. Das Fertigungsergebnis hängt entscheidend davon ab, mit welcher Genauigkeit, Geschwindigkeit und in welcher Richtung die 18 hydraulischen Pressen mit einem Gesamtdruck von 100 to sich an dem bereits ausgelegten Schacht abstemmen. Hier wie auch in anderen Fällen, in denen die Fertigungsbewegung mit der gleichsam die Kernanlage fortbewegenden Transportbewegung abläuft, ist letztere von maßgeblicher Bedeutung für das Fertigungsergebnis. Im Gegensatz zu den sonst den Förderbewegungen dienenden Universal- und Mehrzweckförderern sind die in einem solchen Falle verwendeten Transportmittel ausschließlich auf ihre Aufgabe spezialisiert.

Objekt des Transports können bei der außerbetrieblichen Baustellenfertigung sowohl Stückgüter als auch Maschinen und

---

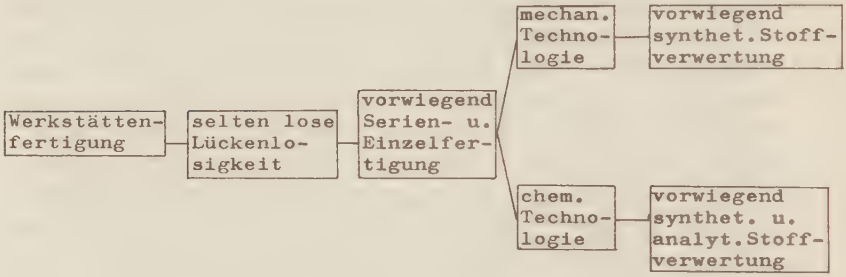
335) Nach einer Schilderung des Bayrischen Rundfunks in der Sendung "Chronik des Tages" vom 17.1.1967.

Fertigungseinrichtungen als auch Schüttgüter sein. Bei innerbetrieblicher Baustellenfertigung werden vornehmlich Stückgüter transportiert.

Das Zwischenlagerwesen gestaltet sich in der Baustellenfertigung verhältnismäßig einfach. Von außerhalb des Betriebes bezogene Materialien werden in der Regel nicht in einem Vor- oder Beschaffungslager aufbewahrt, weil sie soweit auf ihren Verwendungszweck vorbereitet sind, daß sie sofort in die Fertigung eingehen können. Sie werden daher gleich bei Anlieferung an verschiedenen Plätzen nach Bedürfnissen der Baustelle und vor allem im Bereich des zentralen Fördermittels oder der zentralen Förderanlage der Baustelle gelagert. Es bilden sich Zwischenlager der Bereitstellung um das Fertigungsobjekt. Sofern Materialien und Teile aus direkt angegliederten Betriebsteilen stammen, bilden sich an der Nahtstelle zwischen den nach anderen Systemen ausgelegten Vorbetrieben und der eigentlichen Baustelle Zwischenlager zur Ablaufverbesserung- und -vermittlung. Vorwiegend sind es Umschlagslager (für Materialien und Teile, die gemeinsam gefertigt und transportiert und von diesen Lagern auf die Baustelle verteilt werden), Assortierungslager (für verschiedenartige Teile, die angesammelt werden, um gemeinsam verbaut zu werden, wie z.B. zurechgeschnittene und -gebogene Baustähle) und Ansammlungslager, die in Verbindung mit der Baustellenfertigung auftreten. Ansammlungslager entstehen etwa dort, wo Vorwerkstätten verschiedene, aber am Bauwerk gleichzeitig benötigte Bauteile herstellen, dies aber aus Kapazitätsgrunden nur hintereinander können, beispielsweise bei der Herstellung der verschiedenen Arten und Größen von Schaufeln für Turbinen. Sie können aber auch dort entstehen, wo ein Transportmittel gerade mit einer anderen Aufgabe beschäftigt ist. Soweit in der Fertigung genormte Teile Verwendung finden, kommt es auch zu Zwischenlagern der Auflagendegression. In den Fällen, in denen Baustellenfertigung herrscht, treten vereinzelt auch Zwischenlager des Mengenausgleiches auf, so zum Beispiel, wenn sich trotz des Bestrebens, die Bauarbeiten zeitlich straff und lückenlos

aufeinander folgen zu lassen, eine Leistungsabstimmung zwischen den zuliefernden Vorabteilungen der Vormontage und den auf dem Bauwerk auszuführenden Arbeiten nur in gewissen Grenzen durchführen läßt. Besonders von Hand auszuführende Montagearbeiten (Schweißen, Anbringen elektrischer Installationen), aber auch Arbeiten in Verbindung mit natürlichen Gegebenheiten (Trocknen von Betondecken in Abhängigkeit von der Außentemperatur oder Härte des Gesteins beim Tunnelbau) sind zeitlich schwer zu regeln.

4. Transport- und Lagerwesen in der Werkstättenfertigung



Der Fertigungsablauf im Werkstättensystem zeichnet sich dadurch aus, daß er, bedingt durch die bei ihnen vorherrschende Einzel- und Serienfertigung, laufend geänderten qualitativen und quantitativen Anforderungen gerecht werden muß. Das gilt an sich auch für die Produktionsprozesse der Werkbank- und Baustellenfertigung. Für den Fertigungsablauf im Werkstättensystem besteht jedoch ein grundlegender Unterschied. Während bei den vorangegangenen Anordnungsweisen vorwiegend die Arbeitskräfte und Maschinen zeitlich hintereinander am gleichen Fertigungsobjekt zum Einsatz gelangen, werden im Werkstättensystem Erzeugnisse und Erzeugnisteile in hohem Maße auch zeitlich nebeneinander (parallel) produziert, und die Aufeinanderfolge der verschiedenen Fertigungsvorgänge ist so gestaltet, daß Arbeitskräfte, Maschinen und sonstige Produktionseinrichtungen

für verschiedene, nach innerbetrieblichen Gesichtspunkten gebildete Aufträge verwendet werden. Sie werden insbesondere danach zusammengestellt, daß "jeder Arbeitsplatz und jede Maschine stets voll ausgelastet ist".[336] Dies läßt sich aber nur selten erreichen, so daß es zu Über- und Unterbeschäftigung verschiedener Stationen des Fertigungsablaufes kommt. Sie lassen sich auch nicht durch "ein zeitliches Auseinanderreißen des Fertigungsganges der vielen Aufträge, die sich gleichzeitig in der Fertigung befinden",[337] beseitigen.

Das bewußte Streben, die Produktions- und Transportmittel voll auszulasten, führt zu Zwischenlagern zur Ausnutzung der Beschäftigungsdegression. Sie sind die Folge der Unterbrechung des Fertigungsganges zugunsten der Ausnutzung der Beschäftigungsdegression der einzelnen Produktionsmittel. Neben diesem Gesichtspunkt der gleichmäßigen und vollkommenen Auslastung vorhandener Kapazitäten tritt besonders bei Serienfertigung das Streben, die Vorteile der Auflagendegression zu nutzen, indem entsprechende Lose aus vorhandenen Aufträgen oder im Hinblick auf erwartete Aufträge zusammengestellt werden. Vor und hinter den Stationen des Fertigungsablaufes bilden sich Zwischenlager zur Nutzung der Auflagendegression. Vielfach werden solche Loseinheiten geschlossen über mehrere Stationen gefertigt und gefördert.[338] Außerdem wird häufig versucht, durch Vereinigung großer Mengen auf Fertigungs- oder Transportvorgänge[339] den Vorzug größerer Produktionsmittel auszunutzen. Das starke Auftreten der degressionsbedingten Zwischenlager im Werkstättensystem deutet darauf hin, daß es in der Hauptsache um die rationelle Durchführung von Einzelvorgängen geht und weniger um einen zeitlich möglichst lückenlosen und kurzen Fertigungsablauf.

---

336) Gutenberg, E.: a.a.O., 7. Aufl. 1962, S. 159.
337) Gutenberg, E.: a.a.O., 7. Aufl. 1962, S. 159.
338) Vgl. Still, Tom: a.a.O., S. 27.
339) Vgl. Ohse, Hermann: Wirtschaftliche Probleme der industriellen Sortenfertigung. Köln und Opladen 1963, S. 633.

Jede dieser Zwischenlagerformen bedeutet, daß im Hinblick auf den Fertigungsfortschritt Wartezeiten zugunsten der kostengünstigeren Betriebsweise der einzelnen Produktionsmittel und den damit verbundenen geringeren Stückkosten pro Erzeugniseinheit in Kauf genommen werden. Es wird bewußt eine entsprechend längere Produktionsdauer hingenommen. In vielen Fällen läßt sich der Fertigungsablauf nicht so rechenhaft rational unter Einbeziehung entsprechender Zwischenlager planen, weil die Anforderungen, die vom Produkt her an den Betrieb gestellt werden, zu unterschiedlich sind und ständig wechseln. Hier wird dann ganz allgemein versucht, den Weitergang der Produktion zu verbessern, zu vereinheitlichen und zu koordinieren. Etwaige rudimentär noch vorhandene Vorstellungen in Richtung auf günstige Stückkostenverläufe lassen sich nicht mehr erkennen und die eben genannten Lagerformen gehen in Zwischenlagern der Ansammlung auf. Sie enthalten dann wartende Zwischenprodukte, weil der folgende Ablaufvorgang noch mit einer anderen Aufgabe beschäftigt ist.[340] Oder es werden Einzelstücke oder kleine Stückzahlen zu größeren Mengen vereinigt, weil der folgende Vorgang technologisch eine Mindestmenge erfordert (z.B. Chargenfertigung) oder damit er sich "lohnt".[341]

Das Werkstättensystem in mechanisch-synthetischen Industrien findet vorwiegend dort Anwendung, wo eine besondere Produktvielfalt vorhanden ist, die ihrerseits durch mehr oder weniger starke Abänderungen innerhalb der einzelnen Produktgruppen noch vergrößert wird. In den hochsynthetischen Fällen, d.h. wenn das Enderzeugnis aus einer Vielzahl von Einzelteilen besteht, bedeutet das gleichzeitig auch einen in vielfältige Einzelvorgänge und Verästelungen aufgefächerten Fertigungsablauf. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit zur Bildung von Zwischenlagern zur Assortierung an all jenen Punkten des Fertigungsablaufes, an denen der arbeitsteilig zerlegte Arbeitsprozeß durch Vereinigen, Zusammensetzen und

---

340) Vgl. auch Seite 90 ff.
341) Vgl. Ohse, H.: a.a.O., S. 630.

-bauen und durch andere Verarbeitungsgänge wieder zusammenläuft. Besonders vor den Zusammenbauvorgängen in den Montageabteilungen existieren Assortierungslager, die die für die Montage notwendigen Teile aus dem Fertigungsablauf zusammenholen und für den anschließenden Fertigungsvorgang bzw. für den diesem noch vorgelagerten Transportvorgang zusammenstellen. Alle Einzelteile werden so lange zurückgehalten, bis das letzte Teilstück vorhanden ist, so daß die Fertigstellung nicht mehr unterbrochen zu werden braucht, weil etwa irgendein Teil noch fehlt. Es findet die Bildung eines speziell auf die Folgevorgänge abgestellten Bestandes an zusammengehörigen Produktteilen statt.
Für das Zustandekommen von Zwischenlagern d. Assortierung macht es keinen Unterschied, ob die Vor- oder Endmontagen an Werkbänken, d.h. im Werkstättensystem, oder im Fließsystem evtl. mit strenger zeitlicher Lückenlosigkeit der Montage stattfinden.
Trotz der Vielfalt der sich nach Art und Reihenfolge der Inanspruchnahme von Fertigungs- und Transportleistungen unterscheidenden Fertigungsabläufe der einzelnen Erzeugnisse und ihrer Bestandteile werden doch häufig noch dieselben oder zumindest benachbarte Stationen des Fertigungsablaufes von verschiedenen Materialien berührt. Vor und hinter solchen gemeinsamen Fertigungs- und Transportvorgängen, die u.U. ganze Ketten bilden können, werden in Umschlagslagern sich gleichende (bei Parallelfertigung) oder verschiedenartige Materialströme vereinigt oder verzweigt, evtl. auch in sich selbst anders zusammengefaßt oder unterteilt, miteinander vermengt oder wieder aufgespalten. Das ganze ist ein im einzelnen schwer beschreibbarer, komplexer Vorgang, der sich im mannigfaltigen und stets wechselnden Formen abspielen kann.
Als weitere für das Werkstättensystem typische und durch seine Eigenarten bedingte Zwischenlager sind noch kurz die Bereitstellungslager zu nennen. Ihnen kommt beim Werkstättensystem eine erhebliche Bedeutung zu, zumal aufgrund des häufig wechselnden Inhaltes des Fertigungsablaufes diese

Lager an seinem Beginn die Materialien in der richtigen Art, Menge, Zusammensetzung und Reihenfolge so bereitzuhalten haben, daß sie ohne Verzögerung von den in Frage kommenden Stationen des Fertigungsablaufes übernommen werden können. Nicht selten sind Lager der Bereitstellung räumlich mit Beschaffungslagern vereinigt. Vielfach sind sie aber bereits durch dazwischenliegende Transportakte ausgegliedert und direkt an den zu versorgenden Stationen angelegt. Sofern das nicht geschehen ist, besteht die Möglichkeit, die einzelnen z.B. für mehrere Maschinen zuständigen Zwischenlager dieser Art zu einem zentralen Bereitstellungslager zusammenzufassen und von hier aus bedarfs- und termingerecht die einzelnen Maschinen oder Stationen zu versorgen.
In manchen Fällen wird versucht, den Fertigungsablauf im Werkstättensystem zeitlich lückenlos zu gestalten. Mit Hilfe des organisatorischen Mittels der Fertigungslenkung gelingt es häufig, "einen reibungslosen und zügigen Erzeugnisfluß zu erreichen".[342)]

Diesem Bestreben stellt sich in vielen Fällen entgegen, daß die an der Ablauffolge beteiligten Stationen in ihrer Leistung nicht übereinstimmen. Es kommt zu Engpässen, an denen sich Zwischenlager des Mengenausgleiches bilden können. Sie brauchen nicht zu entstehen, wenn alle Vorgänge auf die leistungsschwächste Stelle abgestimmt in ihren Leistungen gedrosselt werden.
Unter dem Einfluß der zeitlichen Lückenlosigkeit in loser und besonders in strenger Form werden die Einzelvorgänge stärker zu einer funktionalen Vorgangsfolge vereinigt, und die degressionsbedingten Lager beginnen von den Zwischenlagern des Mengenausgleichs verdrängt zu werden. Das Streben nach einem zeitlich lückenlosen Fertigungsablauf beginnt sich gegen den Gesichtspunkt durchzusetzen, daß es vorrangig um die rationelle Durchführung der einzelnen Vorgänge zu gehen habe. Die sonst relativ unabhängig arbeitenden

---

342) Ohse, H.: a.a.O., S. 633.

Einzelstationen gehen unter Ausrichtung auf die Vor- und Nachstufe stärker in einer Gesamtfolge von Vorgängen auf. Der Ablaufaspekt gewinnt stärker an Bedeutung.
Für die mechanisch-technologische Werkstättenfertigung ist die Vielzahl und der Umfang der Zwischenlager eine besonders typische Erscheinung. Dadurch ergibt sich vielfach der Eindruck eines lagerbetonten Geschehens.[343)]

Eine ganz besondere Bedeutung in dem arbeitsteilig zerlegten und differenzierten und räumlich auseinandergezogenen sowie ständigem Wechsel unterliegenden Fertigungsgeschehen im Werkstättensystem kommt dem Transportwesen zu. Es hat die Aufgabe, die jeweiligen an der Herstellung der Erzeugnisse beteiligten Fertigungs- und Lagerstationen zu verknüpfen.
Dazu eignen sich in erster Linie freibewegliche, zwischen den verschiedenen Ablaufvorgängen einsetzbare Transportmittel. Dies können z.B. Handkarren, Gabelstapler aber auch Hallenkrane (besonders bei schweren Transportgütern, die vereinzelt am Orte ihrer Bearbeitung noch ein eigenes für eine Station tätiges, ortsfestes Transportmittel erfordern, um es z.B. in eine Werkzeugmaschine einzuspannen) sein, die insofern als freibeweglich zu bezeichnen sind, als sie mit Hilfe zweier senkrecht zueinander verlaufender Bewegungskomponenten jeden Punkt der Werkstätte erreichen können. Sie sind im Gegensatz zu den freibeweglichen Flurförderern meist auf einen Fertigungsbereich beschränkt, während sich der Wirkungsbereich der Flurförderer je nach Organisationsart auf der Skala vom Verkehr zwischen nur zwei Stationen bis über den ganzen Betrieb erstrecken kann. In der Werkstättenfertigung überwiegen Mehrzweckförderer und Universaltransportmittel, die fast die gesamten anfallenden Förderaufgaben zu bewältigen in der Lage sind. Da im Werkstättensystem in der Regel Stückgüter oder ähnliche in Behältern oder sonstwie zusammengefaßte Einheiten transportiert werden, dominieren in mechanisch-technologischen Industrien

---

343) Vgl. dazu Seite 13 ff. und Seite 100.

die Transportmittel für Stückgüter.
Trotz der wechselnden Fertigungsaufgabe bei der Werkstättenfertigung ist es nicht ausgeschlossen, - besonders die Fertigung großer Serien leistet dem Vorschub - daß sich ständig oder häufig benutzte Transportwege herausbilden (lassen), auf denen zeitweilig oder u.U. auf Dauer festgelegte, d.h. umstellbare oder ortsfeste Transportmittel eingesetzt werden können. Eine ähnliche, wenn auch nicht ständige Beschickbarkeit der Fördermittel wird durch den Einsatz von nach Fahrplan, periodisch verkehrenden, freibeweglichen Transportmitteln erreicht. Besonders bei der Einführung der zeitlich losen Lückenlosigkeit des Fertigungsablaufes in der Werkstättenfertigung geht es darum, jegliches Warten auf den Weitertransport zum nächsten Sammel- oder Verwendungsort zu vermeiden. Bei frühzeitiger Anforderung bzw. genauer Abstimmung der Termine des Anfalls von Transportakten und der Verfügbarkeit des Transportmittels läßt sich das auch mit nicht ständig verfügbaren Transportmitteln erreichen. Erfahrungsgemäß werden zu diesem Zweck jedoch ständig beschickbare Transportmittel eingesetzt, zumal wenn im Interesse eines schnelleren Fertigungsablaufes zum Einzelstücktransport übergegangen wird.

Besonders bei zeitlich loser Lückenlosigkeit der Werkstättenfertigung zeigt sich, daß neben der räumlichen und zeitlichen Verknüpfung der Stationen des Fertigungsablaufes, die die Transportmittel ganz allgemein vornehmen, sie hier ganz bewußt eingesetzt werden, um die an sich räumlich und zeitlich verselbständigten und desintegrierten Ablaufvorgänge, wenn meist auch nur kurzfristig, wieder zu integrieren. Dazu gehören wenigstens jederzeit beschickbare Transportverbindungen. Für die übrigen Zusatzaufgaben finden Transportmittel im Werkstättensystem nur wenig Verwendung. Am ehesten dienen sie als Lagerplatz, selten nur als Fertigungsort.
So gelangen z.B. in Werkstätten umlaufende Hängeförderer oder Standbahnen zum Einsatz, auf denen sich Teile oder Behälter mit Kleinteilen befinden und um die sich verschieden-

artige Werkzeugmaschinen gruppieren, die von den Erzeugnissen in unterschiedlicher Anzahl und Reihenfolge in Anspruch genommen werden (s. Abb. 58).

Oder aber es ordnen sich um den Förderer gleichartige Maschinen (z.B. Drehbänke), an die je Werkstück oder Werkstückgruppe verschiedene Anforderungen gestellt werden, so daß die Maschinen zwischendurch immer wieder eingerichtet werden müssen (s. Abb. 59).

Die Werkstättenfertigung bei chemischer und verwandter Technologie gestaltet sich im Gegensatz zur mechanisch-technologischen einfacher und übersichtlicher. Sie ist bei weitem nicht so verzweigt, weil weniger arbeitsteilig zerlegt, und auch von geringerer Produktionstiefe. Meist umfaßt sie nur wenige Vorgänge, die sich in offenen oder geschlossenen Behältnissen bzw. Anlagen abspielen. Für den Fertigungsablauf ist es von nur geringer Bedeutung, ob die Art der Stoffverwertung schwach synthetisch oder analytisch ist. Von erheblichem Einfluß ist hingegen die Tatsache, daß die Werkstättenfertigung in chemischen und verwandten Industrien vielfach chargenweise vor sich geht. Die Ausbildung der Produktionsmittel als Behälter hängt mit der Form der verarbeiteten Stoffe zusammen.
Daß aber in Werkstätten bildenden Einzelaggregaten und nicht in geschlossenen Anlagenkomplexen produziert wird, liegt in zwei Ursachen begründet: einmal, daß überhaupt nur geringe und wechselnde[344)] Mengen gefertigt werden, für die sich eine andere Herstellungsform nicht rentiert, zum anderen darin, daß technologische Gründe Chargenfertigung erfordern,[345)] weil die Möglichkeit einer kontinuierlichen Arbeitsweise der Einrichtungen nicht gegeben ist.

Die Schwerpunkte in der Aufgabe und Ausformung des Transport- und Lagerwesens liegen, im Gegensatz zum Werkstättensystem mechanischer Technologie, etwas anders.

---

344) Vgl. H. Köbel und J. Schulze: Der Materialfluß in verfahrenstechnischen Betrieben, S. 800 und 802.
345) Vgl. Seite 145.

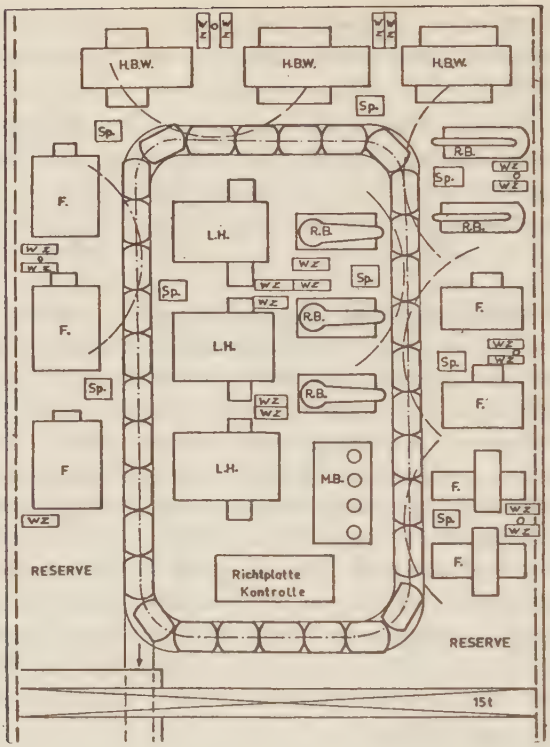


Abb. 58 Dem Transport und der Lagerung dienende Umlaufstandbahn zur Bedienung verschiedenartiger Maschinen.[346)]

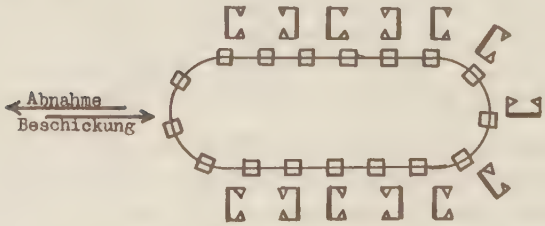


Abb. 59 Transportmittel mit Lagerfunktion im Werkstättensystem zur Bedienung gleichartiger Maschinen.

---

346) Aus Krippendorf, H.: Integrierter Materialfluß, S. 46.

Der Wirkungsbereich der Fördermittel beschränkt sich auf ihre Tätigkeit innerhalb einer Fertigungsstufe (Werkstätte) und deren Verbindung mit den anderen. Innerhalb einer Werkstätte geht es vor allem darum, z.B. Rühr- und Mischbehälter zu Beschickungs- und Rezeptierstationen und an ihre Maschinenteile zurückzubringen, Siedekessel von und an die Feuerstellen zu fahren, Druckdeckel oder Rührwerke abzuheben oder Apparate an Anschlußstutzen von Beschickungs- und Entleerungsleitungen heranzufahren. Der Schwerpunkt ihres Wirkungsbereiches liegt aber in dem zwischenapparativen Transport von einer Werkstätte in die andere. Die Transportmittel sind sehr häufig auf den Transport - u.U. nur einer Art - fluider Güter bzw. auf den Transport von Kesseln und Behältern entsprechenden Inhaltes spezialisiert. Im ersteren Falle müssen sie oft beständig gegenüber chemischen und physikalischen Einwirkungen (Säure, Hitze etc.) sein. Die Fördermittel sind damit meist spezialisiert, seltener für mehrere Aufgaben verwendbar. Aufgabe der Förderung zwischen den Fertigungsbereichen oder -stufen ist es, wahlweise jede Fertigungsstation der einen Stufe mit der der anderen zu verbinden. Dafür finden vorzugsweise auf Anforderung beschickbare, freibewegliche Transportmittel Verwendung.[347] Ständig beschickbare ortsfeste Fördermittel wie z.B. Rohrleitungen und Förderrinnen werden nur vereinzelt für die häufig benutzten Förderwege eingesetzt und besonders dann, wenn die Aufeinanderfolge der einzelnen Stationen mit zeitlich loser Lückenlosigkeit erfolgen soll. Solche Fördermittel sind dann meist stark auf den Förderinhalt spezialisiert, weil die Gefahr der Verunreinigung für andere Substanzen, die mit oder in ihm transportiert werden, gegeben ist.
Mehr zu den freibeweglichen Transportmitteln zählen Transporteinrichtungen, bei denen jeweils flexible Schlauchverbindungen zwischen den einzelnen Fertigungsstationen hergestellt werden; mehr zu den umstellbaren Transportmitteln rechnen jene, bei denen die Endstellen eines installierten Transportmittels durch Schlauchenden oder kurze Bänder ver-

---

347) Vgl. H. Kölbel und J. Schulze: Materialfluß in verfahrenstechnischen Betrieben, S. 801 und bes. S. 802.

stellbar sind.[348] Während bei der mechanischen Technologie die Transportmittel vereinzelt die Aufgabe der Zwischenlagerung übernehmen, geschieht das hier so viel wie gar nicht. Auch die Zusatzaufgabe der Integration des Fertigungsablaufes tritt eigentlich nicht hervor, weil der gesamte Ablauf nicht in dem Maße räumlich und zeitlich auseinanderfällt wie bei der mechanisch-technologischen Werkstättenfertigung. Der Fertigungsablauf, der hier gemeinhin aus nur wenigen in ihrer technischen Folge bestimmten und in ihrer zeitlichen Folge leicht abstimmbaren Vorgängen besteht, bedarf nicht des Transports über seine schon ohnehin verbindende Funktion hinaus.

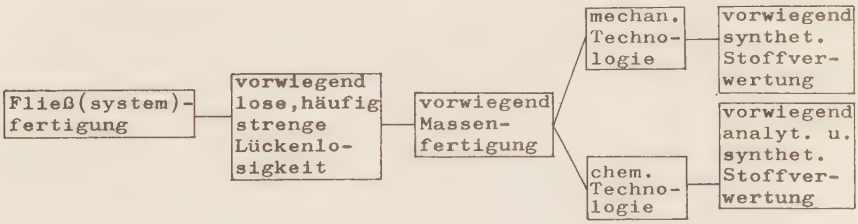
Auch in Bezug auf die Zwischenlagerung gestaltet sich die chemisch-technologische Fertigung wesentlich einfacher. Zu Beginn der Fertigungsabläufe ist es im Hinblick auf das Fertigungsergebnis sehr wichtig, daß die zu verarbeitenden Einsatzstoffe in richtiger Art, Menge wie auch Qualität (z.B. Körnung, Feuchtigkeit, Provenienz, Gehalt etc.) bereitgestellt sind. Beispiel für ein solches Bereitstellungslager ist eine Bunkerbatterie, die oft gleichzeitig, sofern gleichbleibende Qualitäten beziehbar und von Bedeutung sind, als Beschaffungslager dient. Häufig befinden sich Bereitstellungslager in Behältern oder Tanks.
Zwischen den einzelnen Fertigungsstufen kann es vereinzelt zu Zwischenlagern des Mengenausgleiches kommen, weil nacheinander einzusetzende Apparaturen der verschiedenen Stufen im Leistungsquerschnitt oder in der Leistungsdauer divergieren. In der Regel treten solche Zwischenlager nur kurzfristig auf.
Degressionsbedingte Zwischenlager sind ausschließlich in den mechanisch-technologischen Industrien zu Hause. Eventuell kann es zu Zwischenlagern zur Ausnutzung der Größendegression kommen, wenn Vorgänge in zeitlich nicht voll genutzten, im Vergleich zu den übrigen Einrichtungen großen

---

348) Vgl. H.Kölbel und J. Schulze: Materialfluß in verfahrenstechnischen Betrieben, S. 802.

Aggregaten mit einem entsprechend besseren Wirkungsgrad ausgeführt werden.
Von den Lagerarten zur Ablaufverbesserung und -vermittlung treten Umschlags- und Ansammlungslager auf. Erstere sind z.B. notwendig, wenn die Apparatur einer Fertigungsstufe diskontinuierlich arbeitet, die der folgenden hingegen kontinuierlich, so daß die Materialzuführung kontinuierlich über ein von der Vorstufe diskontinuierlich gespeistes Umschlaglager erfolgt. Ebenso ist es möglich, daß ein Reaktionskessel in einem Zuge entleert werden muß, der Inhalt des sich dadurch bildenden Umschlaglagers aber wird in kleineren Einheiten auf die Apparatur(en) der Folgestufe verteilt. Ansammlungslager bilden sich auch dort, wo erst eine bestimmte transportwürdige oder verarbeitbare Menge für den folgenden Vorgang erreicht werden muß oder wo Transportmittel oder Fertigungsstationen erst noch umgestellt und umgerüstet werden müssen bzw. noch anderweitig beschäftigt sind.

5. Transport- und Lagerwesen in der Fließfertigung



Wie schon an anderer Stelle erwähnt,[349] gibt es Grenzfälle, in denen sich das Werkstätten- und das Fließsystem äußerlich sehr ähneln. Das ist jeweils dann der Fall, wenn Werkstätten in der Reihenfolge ihrer Inanspruchnahme durch das Produkt angeordnet sind. Jede Werkstätte besteht aus einer Anzahl gleichartiger Maschinen und bildet sozusagen eine Pro-

---

349) Vgl. Seite 147 f.

duktionsstufe. Nur die Tatsache, daß durch den ständig variierenden Produktionsinhalt jeweils eine oder mehrere Fertigungseinrichtungen für jeden innerbetrieblichen Auftrag wechselnd in den einzelnen Stufen zum Einsatz kommen, läßt eine Zugehörigkeit zum Werkstättensystem erkennen. Es steht zwar fest, in welcher Reihenfolge die Werkstätten vom Produkt durchlaufen werden, nicht aber welche Maschinen in den einzelnen Werkstätten zum Einsatz gelangen. Beim Fertigungsablauf im Fließsystem ist gemeinhin geregelt, daß bestimmte Stationen der Produktionsstufen immer wieder in der gleichen Weise aufeinander folgen. Voraussetzung dafür ist, daß weitgehend gleiche Produkte zu fertigen sind, bzw. daß verschiedenartige Erzeugnisse dennoch denselben Ablaufweg haben, was vom Standpunkt der Leistungsansprüche der Produkte an die Produktionsanlagen weitgehend mit gleichen Leistungen identisch ist. Erst die Massenfertigung in diesem Sinne macht es möglich und zwar besonders in mechanisch-technologischen Industrien, durch organisatorische und technische Anstrengungen das Produkt bzw. seine Teile einer räumlich gebundenen und möglicherweise sogar geschlossenen Fertigungsfolge[350)] zu unterwerfen.

Im Vergleich zum Werkstättensystem verringert sich die Anzahl der Fertigungsstationen, die ein Erzeugnis zu durchlaufen hat, nicht. Sie sind nur rein räumlich in eine durchaus nicht immer gradlinige Folge (s. Abb. 52 S. 149) gebracht. Dadurch lassen sich in der Regel Anzahl und Umfang der Transportvorgänge verringern, und häufig werden auch durch das mit der Hintereinanderanordnung der Maschinen und Einrichtungen verbundene Aufeinanderangelegtsein der Fertigungs- und Transportstationen Zwischenlagerbildungen reduziert.

---

350) Nach E. Schäfer gibt es folgende Formen der räumlichen Bindung des Fertigungsablaufes:

a) gebundene und geschlossene Fertigungsfolge (räumliche Zwangslauffertigung)
b) gebundene, nicht geschlossene Fertigungsfolge
c) völlig ungebundene Fertigungsfolge (wie z.B. die Werkstättenfertigung)

Der Fertigungsablauf, verstanden als die Gesamtheit aller an der Erstellung der betrieblichen Leistung beteiligten Vorgänge, ist im Fließsystem durch ein wesentlich engeres Produktionsprogramm bezüglich dessen, was sowohl im zeitlichen Nacheinander als auch gleichzeitig an verschiedenen Produkten produziert wird, gekennzeichnet. Ein wenig breites Produktionsprogramm und Massenhaftigkeit der Erzeugung ist ein wesentliches Merkmal, das in Verbindung mit dem Fließsystem auftritt.
Während die zeitliche Lückenlosigkeit des Fertigungsablaufes in den anderen Fertigungssystemen keine herausragende Bedeutung für das Transport- und Lagerwesen entwickelt, ist das im Falle des Fließsystems wesentlich anders. Aus diesem Grund sollen Transport und Lagerung einmal in der zeitlich lose lückenlosen Fließfertigung (Straßen-, Reihen-, Gruppenfertigung) und sodann in der zeitlich streng lückenlosen Fließfertigung untersucht werden.

a) Straßenfertigung mit zeitlich loser Lückenlosigkeit des Fertigungsablaufes

Die Straßenfertigung als zeitlich lose Form des Fertigungsablaufes im Fließsystem wird bei mechanisch-technologischen Industrien nur in geringem Umfange freibewegliche Transportmittel aufweisen. Sie finden hauptsächlich an der Peripherie der Straße Verwendung, so z.B. für Transporte zu oder von Punkten zu Beginn, am Ende oder innerhalb der Straße. Die weiteren Eigenschaften der freibeweglichen Transportmittel sind, daß sie für fast alle Aufgaben über den gesamten Fertigungsbereich und auf Anforderung einsetzbar sind.
Die Hauptrolle aber spielen die zwischen den Stationen eingeschalteten umstellbaren oder sogar ortsfeste Förderer (s. Abb. 60 S. 178). Sie, die eine ständige Beschickbarkeit gewähren, sind hier besonders am Platze, weil Richtung und Weg des Erzeugnisses sich nicht verändern und höchstens die eine oder andere Fertigungsstation übersprungen wird.
Die umstellbaren Transportmittel werden für jene Fälle bevorzugt, in denen es möglich und üblich ist, die Fertigungs-

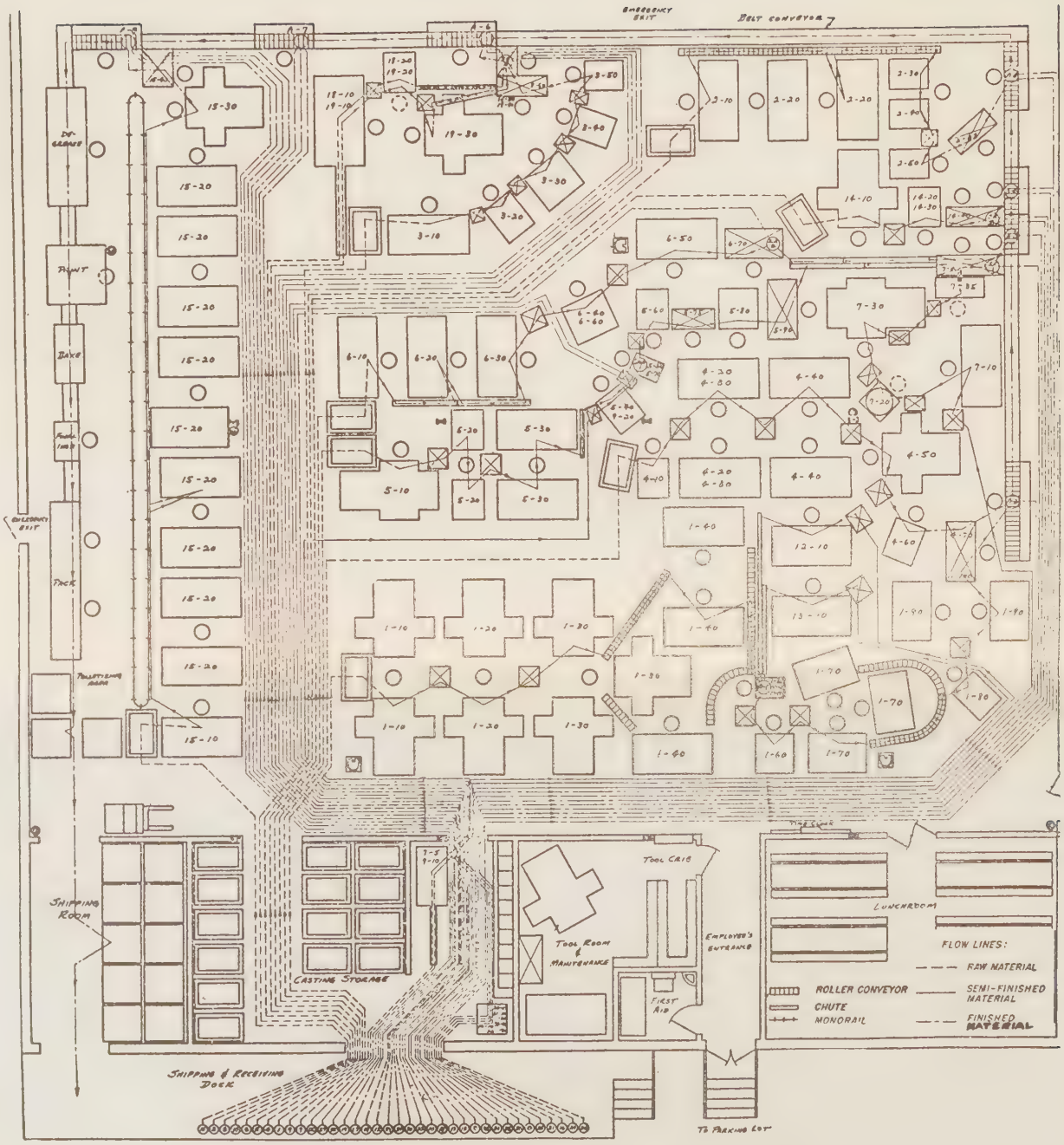


Abb. 60 Aus mehreren Straßen bestehende zeitlich lose Fertigung in einer Kompressorenfabrik.[351)]

(Die Straßen sind gekennzeichnet durch die gleiche einstellige Vorziffer, der eine um zehn steigende Beiziffer folgt.)

---

351) Aus Apple, James: a.a.O., Abschnitt 14.

straße je nach den Erfordernissen eines wechselnden Fertigungsprogrammes umzustellen und neu zu bilden. Lassen sich im Werkstättensystem höchstens die am häufigsten benutzten Fertigungswege oder bewußt geschaffenen Transportstränge innerhalb des Fertigungsablaufes feststellen, die mit ständig beschickbaren Fördermitteln versehen sind, so sind sie für das Fließsystem geradezu typisch. Umgekehrt steht es mit den nicht ständig beschickbaren und freibeweglichen Fördermitteln, die für das Werkstättensystem charakteristisch sind.

Die Transportmittel sind in der Straßenfertigung bereits stark auf das Fertigungs- und Transportgeschehen spezialisiert und lassen nur geringe Abweichungen z.B. hinsichtlich äußerer Abmessung oder des Gewichtes der Stückgüter zu.
In der Straßenfertigung finden Transportmittel für drei Arten von Zusatzaufgaben Verwendung. Oft dient eine Rollenbahn, ein weiterschiebbarer Montagewagen oder bewegliches Montagegestell als Fertigungsort. In vielen Fällen werden die zu bearbeitenden Gegenstände andererseits aber auch vom Fördermittel heruntergenommen und wieder aufgesetzt. Selten dient das Transportmittel gleichzeitig einem Fertigungsvorgang. Was die Integration der Fertigungsvorgänge betrifft, so dienen die Transportmittel besonders stark der räumlichen Integration, indem sie die Fertigungsstationen eng, teilweise starr, miteinander verbinden, so daß sie weder für andere, außerhalb des Fertigungsinhaltes der Reihe liegende Tätigkeiten herangezogen werden können noch die Fertigungsstationen beliebig vermehrt, vermindert oder ausgewechselt werden können.
Darüber hinaus erhält die Straße, vorwiegend wenn die Fertigungsstationen fest zwischen den sich zu einer einheitlichen Förderanlage verbindenden, ortsfesten Fördermitteln eingebaut sind, fast den Charakter einer räumlich zu einer Einheit integrierten Gesamtanlage.
In der Straßenfertigung sind die Transportmittel besonders darauf ausgerichtet, zusätzlich als Lagerplatz zu dienen.

Das ist darauf zurückzuführen, daß die Einzelvorgänge selbst wie auch in Beziehung zueinander keiner zeitlichen Bindung unterliegen, und die Straße zum anderen auch wechselnden Fertigungsinhalten dienen kann, weshalb eine jedem innerbetrieblichen Auftrag angepaßte Leistungsabstimmung der verschiedenen Vorgänge nicht durchführbar ist. Sehr häufig werden Transport und Zwischenlagerung gleichzeitig durchgeführt (bewegliche Zwischenlager).

Zu den Zwischenlagern in der mechanisch-synthetischen Straßenfertigung, die überwiegend auch in die räumliche Linienführung der Straße eingereiht sind, ist zu sagen, daß Bereitstellungslager, sofern die Straße nicht von vorangehenden Werkstätten beschickt wird, dafür zu sorgen haben, daß jeweils das Material in richtiger Menge und Zusammensetzung vorhanden ist. Sie sind nur selten anzutreffen, weil Fertigungsabläufe in diesem Industriebereich nur ausnahmsweise sofort mit der Straßenfertigung beginnen. Sie tritt vornehmlich in späteren Stadien des Fertigungsablaufes auf. Hier bilden sich Bereitschaftslager, wenn z.B. Montagevorgänge mit von außerhalb des Betriebes bezogenen Materialien zu versorgen sind.
Hingegen sind die degressionsbedingten Zwischenlager und Zwischenlager der Ablaufverbesserung und -vermittlung so gut wie gar nicht anzutreffen, weil sie typisch für das Ablaufgeschehen im Werkstättensystem sind. Nur insoweit können sich Ansammlungslager herausbilden, als zwischen den Fertigungs- oder Lagerstationen nicht ständig beschickbare Transportverbindungen sondern periodisch oder auf Anforderung beschickbare Transportmittel vorhanden sind, wie z.B. bei der Fertigung sehr kleiner Teile, die in Behältern, die dann immer erst aufzufüllen sind, wirtschaftlicher transportiert werden können, oder weil auf diese Weise die Transporte nur in bestimmten Zeitabständen notwendig werden, so daß die Transportmittel in der Zwischenzeit anderweitig eingesetzt werden können. Es ist durchaus üblich, daß auf diese Weise eine Reihe hintereinander arbeitender Maschinen von nur einem Transportgerät (Hubstapler) bedient wird.

Gemeinhin besteht beim zeitlich losen Ablauf im Fließsystem bereits das Bestreben, jeden Vorgang unmittelbar dem vorhergehenden anzuschließen. Von der Seite des Transports her wird das durch die Verwendung ständig beschickbarer Transportmittel erreicht. Dennoch können sich Zwischenlager meist kurzfristiger Natur bilden, weil das durch die Arbeitskraft frei bestimmbare Arbeitstempo[352] vielfach zu Leistungsunterschieden führt. Weiterhin können solche Zwischenlager darauf zurückzuführen sein, daß zwar versucht wurde, die Maschinen und Arbeitsplätze der Folge leistungsmäßig weitgehend aufeinander abzustimmen, wechselnde Fertigungsprogramme besonders im Bereich der Serienfertigung es aber zu Stockungen kommen lassen, weil die Operationen an den einzelnen Stationen von unterschiedlicher Dauer sind.
Häufig sind die einzelnen Stationen der Fertigungsstraße mit mehreren Maschinen zu besetzen. Dann haben Umschlagslager eine Aufteilung und Zusammenfassung entsprechend der an den Fertigungsstationen vorhandenen Anzahl von Maschinen und ihrer Leistungsfähigkeit vorzunehmen. Beide, Mengenausgleichs- und Umschlaglager, befinden sich vielfach auf den Transportmitteln (s. Abb. 33, Seite 88).

Auch in den chemisch-technologischen Industrien existieren Fertigungsabläufe, bei denen die Apparate oder Apparategruppen der verschiedenen Fertigungsoperationen nach dem Fließsystem angeordnet sind. Nur unterscheiden sie sich gemeinhin dadurch, daß sie weniger vielstufig und verzweigt sind. Wie in den mechanisch-technologischen Industrien wird auch in den chemisch-technologischen die Straßenfertigung besonders deshalb durchgeführt, weil "bei den Erzeugnissen zwar überall die gleiche Bearbeitungsfolge auftritt, wegen des Durchlaufes unterschiedlicher Erzeugnisgrößen oder bestimmter Erzeugnisvariationen der Zeitverbrauch für die einzelnen Operationen jedoch unterschiedlich ist".[353]

---

352) Vgl. Schleip, W.: a.a.O., S. 42.
353) Chladek, G.: Fertigungstyp und Plankostenrechnung. Versuch einer Typenbildung innerbetrieblicher Plankostenrechnung gemäß den unterschiedlichen Produktionsverhältnissen und vergleichende Untersuchung der Typen. Diss. Mannheim 1955.

Oft folgen in chemischen Fertigungsabläufen chargenweise arbeitende Fertigungsvorgänge aufeinander oder es wechseln chargenweise Fertigungsvorgänge mit kontinuierlich arbeitenden ab. Für den Transport zwischen den Apparaten finden freibewegliche oder installierte Fördermittel Verwendung. Freibewegliche, auf Anforderung beschickbare Transportmittel werden insbesondere dann vorgezogen, wenn z.B. der Behälter, in dem sich ein Fertigungsvorgang abspielt, an der Folgestation entleert werden kann oder gleichzeitig für die Zwischenlagerung verwendet wird, indem er von seiner Fertigungsstation abgehoben wird. Installierte Fördermittel sind häufig nicht geeignet, weil sie z.B. wie Rohrleitungen nicht vollständig gereinigt werden können, was bei hohen Ansprüchen an den Reinheitsgrad des Erzeugnisses bei Produktwechsel nachteilige Folgen haben kann.

In den meisten Fällen werden diese Förderer oder Förderanlagen daher als Spezial- seltener als Mehrzwecktransportmittel gestaltet sein. Sie sind auf fluide Güter spezialisiert, ständig beschickbar und fest installiert, wie z.B. Rohrleitungen, Förder- und Schwingrinnen. Sie sind wie die freibeweglichen Transportmittel zwischen den Fertigungsstationen eingesetzt, im Gegensatz zu diesen aber besonders vor und nach kontinuierlichen Vorgängen. Die Transportmittel sind in ihrer Beschickbarkeit besonders eng der Arbeitsweise der Fertigungsstationen angepaßt. Rein äußerlich drängt sich gerade bei chemischer Technologie der Eindruck auf, daß die installierten Rohrleitungen einem fließenden Fertigungsablauf dienen. Durch ständig beschickbare Transportverbindungen allein ergibt sich aber ein stetiges Fertigungsgeschehen noch nicht.
Die installierten Fördermittel sind es, die auch hier wieder durch feste Verbindung von Fertigungsstationen deren räumliche Integration zu einer Gesamtanlage oder Teilanlage bewirken. Eigentliche Fertigungsaufgaben (z.B. Kühlen, Filtern, Erhitzen) übernehmen sie nur in seltenen Fällen.

Die Funktionen der Zwischenlager in der chemisch-technologischen Straßenfertigung sind die gleichen wie in der mechanisch-technologischen.
Die Bereitstellungslager an der Peripherie des Fertigungsablaufes haben auch hier, wo Qualität und Zusammensetzung der Einsatzstoffe oft von erheblicher Bedeutung für das Fertigungsergebnis sind, für das Vorhandensein richtig dosierter und zusammengestellter Materialien zu sorgen.
Es bilden sich ebenfalls vielfach Zwischenlager des Mengenausgleiches, weil die Dauer der Einzelprozesse oder auch deren Leistungsquerschnitt voneinander abweichen.
Im Rahmen der chemisch-technologischen Straßenfertigung wird des öfteren versucht, den Fertigungsstrom über ein einzelnes leistungsfähigeres Produktionsmittel zu leiten statt über mehrere parallel angeordnete kleinere Aggregate derselben Art. Vor solchen Autoklaven, Pfannen, Öfen und Reaktionskammern bilden sich dann Zwischenlager zur Nutzung der Größendegression, sofern der Fertigungsablauf eine Unterbrechung zuläßt. Auch in der mechanisch-technologischen Straßenfertigung kommen vereinzelt ähnliche Großaggregate zum Einsatz, so z.B. Waschanlagen und Kammer- oder Tunnelöfen zum Trocknen, Brennen, Vergüten oder Entspannen von Schweißkonstruktionen.
Umschlaglager treten auf, wenn chargenweise und kontinuierliche Arbeitsweise vor- oder nachgeschalteter Stationen aufeinandertreffen. Die Umschlagslager müssen hier einen diskontinuierlichen Materialstrom in einen kontinuierlichen und umgekehrt umwandeln. Sie bilden sich also auch dort, wo z.B. eine Apparatur in einem Zuge geleert werden muß, deren Inhalt aber in kleineren Teilmengen abtransportiert oder von der nächsten Station weiter verarbeitet wird.
Lager in der chemischen Fertigung lassen sich vielfach nicht an beliebiger Stelle des Fertigungsablaufes bilden und auch nicht beliebig lange halten, weil der Produktionsprozeß nur eine Lagerung zuläßt, wenn ein Gleichgewichtszustand in der chemischen Reaktion eingetreten ist, und die Stoffverbindungen u.Ü. nur begrenzt stabil sind.[354)]

---

354) Vgl. Hinsel, D.: a.a.O., S. 143.

b) Fließsystemfertigung mit zeitlich strenger Lückenlosigkeit des Fertigungsablaufes

Gesellt sich zu der Anordnungsform der Produktionsmittel nach dem Fließsystem, die in der Regel für den Fertigungsablauf eine räumliche Bindung bedeutet, die Durchführung des Fertigungsablaufes in strenger zeitlicher Lückenlosigkeit, was eine zeitliche Bindung des Fertigungsablaufes bedeutet,[355] so erreicht der gesamte Produktionsprozeß eine Form, die gemeinhin als seine höchste organisatorische Entwicklung angesehen wird.
Die Einzelvorgänge können auf verschiedene Weise zu einem zeitlich lückenlosen Fertigungsablauf zusammengefügt werden. Je nachdem, ob sie in ihrer Tätigkeit zeitlich lose gebunden, strenger gebunden oder fest in Bezug auf den Gesamtablauf gebunden sind, erhält der Fertigungsfluß oder -fortgang eine unterschiedliche Straffheit.
Ein Fertigungsablauf mit loser Lückenlosigkeit entsteht oft allein schon aus der Tatsache, daß durch starre Transportmittel verbundene Fertigungsstationen hintereinander angeordnet sind. Jede Station wird bemüht sein, sofern das in ihrem Leistungsvermögen liegt, den Fertigungsstrom nicht abreißen zu lassen. Außerdem besteht eine gewisse Schub- und Sogwirkung der Stationen untereinander. Ein Beispiel für eine sich zwangslos ergebende zeitliche Lückenlosigkeit bietet die Bekleidungsindustrie, in deren Nähereien die Stücke oder Bündel von Arbeitsplatz zu Arbeitsplatz über Rutschen oder Bänder weitergegeben werden (vgl. Abb. 30 Seite 79) oder die Bearbeitung von Zylinder-Kurbelgehäusen (s. Abb. 61). Vielfach wird durch die Entlohnungsform einer Arbeitsgruppe, die entlang einer Fertigungsstraße tätig ist, oder durch einen das Arbeitstempo durch Schub- und Sogwirkung bestimmenden Leitprozeß ein fließender Fertigungsablauf erreicht, obwohl die ihn ausmachenden Einzelvorgänge zeitlich recht ungebunden sind (s. Abb. 62).

---

355) Paul Nowak (Bestimmung der Betriebsindividualität mit Hilfe von Betriebsgliederungen. In: ZfhF, 6. Jg. 1954, S. 496) erklärt die "Fließfertigung" als "Folgeaufstellung mit zeitlicher Abstimmung".

1 Doppel-Stirndrehmaschine (Heller) 2 Zwei doppelseitige Fräsmaschinen (Maschinenfabrik Diedesheim) 3 Einspindlige Planfräsmaschine (Eigenbau Deutz) 4 Senkrecht-Fräsmaschine (Fritz Werner) 5 Ständerbohrmaschine (Kolb) 6 Zweiwege-Sonderbohrmaschine (Eigenbau Deutz) 7 Senkrechtfräsmaschine (Fritz Werner) 8 Doppelseitige Vielspindel-Bohrmaschine (Honsberg) 9 Doppelseitige Vielspindel-Gewindeschneidmaschine (Honsberg) 10 Schwenkbohrmaschine (Kolb) 11 Schlichtfräswerk (Eigenbau Deutz) 12 Hydraulische Dreiwege-Vielspindelbohrmaschine (Burkhardt & Weber) 13 Dreiwege-Feinstbohrwerk (Ludwigsburger Maschinenbau) 14 Selbsttätige Nachformfräsmaschine (Heyligenstaedt) 15 Einspindlige Stirnfräsmaschine (Eigenbau Deutz) 16 Doppelseitige Vielspindelbohrmaschine (Honsberg) 17 Doppelseitige Vielspindel-Gewindeschneidmaschine (Honsberg) 18 Schwenkbohrmaschine (Kolb) 19 Schwenkbohrmaschine (Kolb) 20 Schwenkbohrmaschine (Kolb) 21 Schwenkbohrmaschine (Kolb) 22 Verputzplatz 23 Waschmaschine.

Abb. 61 Zeitlich lose gebundene Fertigung im Fließsystem bei der Herstellung von Zylinder-Kurbelgehäusen für Schlepper-motoren. 356)

1 Anfahren der Mehlsäcke
2 Sackaufzug
3 Förderbänder
4 Schüttkästen
5 Becherwerk
6 17 Mischanlagen
7 Schnecken
8 Schnecken
9 Waage
1o Bottiche
11 Hängebahn
12 Knetmaschinen
13 Gärraum
14 Teigkipper
15 Teigrutschen
16 Teigteil- und Wirkmaschinen
17 Langroller
18 Backmulden
19 Förderband
2o Gärschränke
21 Mammutöfen
22 eisernes, endloses Band
23 Umlauftisch
24 Rutschen
25 Kreisförderer
26 Kühlschrank
27 Holzbehälter
28 Rutschen
29 Rollbahnen

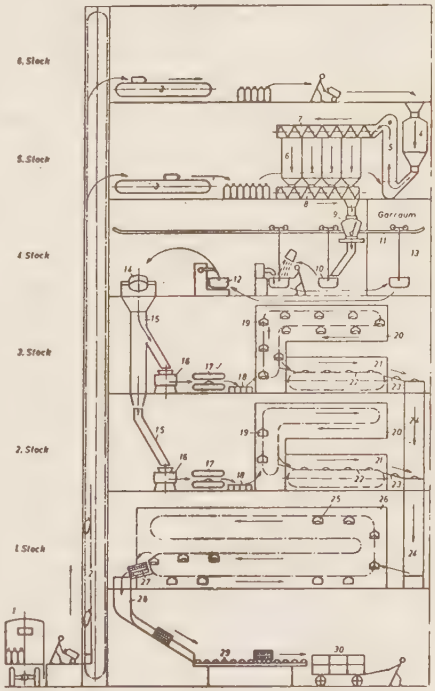


Abb. 62 Zeitlich lose Fließfertigung in einer Brotfabrik. 357)

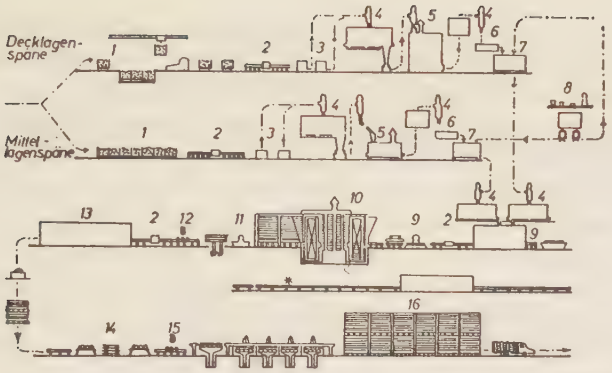
---

356) Aus RKW: Automatisierung. S. 76.
357) Nach Reimer, Kurt: Der Materialfluß in einer Brotfabrik. In: Fördern und Heben, 2. Jg. 1952, Nr. 5, S.105.

Bei diesem Grad der zeitlichen Bindung ist vielfach eine eindeutige Unterscheidung zwischen Straßen- und zeitlich streng lückenloser Fließfertigung nicht möglich.

Einer fast strengen Bindung sind die Stationen des Fertigungsablaufes z.B. unterworfen, wenn die einzelnen Stationen einen gewissen zeitlichen Spielraum nach oben und nach unten haben, innerhalb dessen sie eine Aufgabe erledigen können. Diese Form ist vorzufinden, wo sich zwar statistisch eine durchschnittliche Fertigungs- oder Transportzeit für das Einzelstück oder den Einzelvorgang ermitteln läßt, die effektiv benötigten Zeiten aber gewissen Schwankungen unterliegen. Besonders Handarbeitsgänge oder auf Handarbeit angewiesene Vorgänge weisen diese Eigenart häufig auf. So befinden sich im Bereich der Arbeitsplätze an Montagebändern oder -bahnen mehrere Fertigungsgegenstände, so daß die einzelnen Arbeitskräfte gegenüber den anderen Arbeitsplätzen für eine kurze Zeit um einige Arbeitsgänge voraus sein oder im Verzuge sein können. Ähnlich liegt der Sachverhalt, wenn z.B. Behälter oder Bündel in bestimmten Zeiteinheiten (pro Stunde, pro Schicht etc.) aufgearbeitet und weitergegeben sein müssen. Auch in der chemischen Fertigung können Chargenprozesse aufeinander folgen, die in ihrer zeitlichen Dauer nur annäherungsweise beherrschbar und abstimmbar sind.
Strenge Lückenlosigkeit weisen Vorgänge auf, die sich in sich gleichenden Zeiteinheiten abspielen, welche durch ihre Wiederholung als selbständige, in sich abgeschlossene Vorgänge (rhythmische oder taktierte Arbeitsweise) erkennbar sind, oder Vorgänge, die ohne Neubeginn kontinuierlich verlaufen. Nur in dieser Form der festen zeitlichen Bindung der Einzelvorgänge hinsichtlich ihrer eigenen Durchführung sowie in ihrem Zusammenspiel mit den vorhergehenden und nachfolgenden Vorgängen ist die strenge zeitlich lückenlose Fließfertigung fast rein verwirklicht (s. Abb. 63).

Dem Transportwesen, das hier entscheidenden Anteil am Zustandekommen eines streng lückenlosen Fertigungsablaufes hat,



1 = Holzlager, 2 = Metallsuchgerät, 3 = Zerspanung, 4 = Bunker, 5 = Trocknung, 6 = Sichtung, 7 = Beleimung, 8 = Leimstation, 9 = Schüttstation mit Formlingswaage, 10 = Heißpresse, 11 = Massekontrolle der Platten, 12 = Dickenkontrolle der Platten, 13 = Kühlkanal, 14 = Schleifstraße, 15 = Dickenkontrolle der geschliffenen Platten, 16 = Fertiglager

Abb. 63 Zeitlich streng lückenlose Fließsystemfertigung in einem Spanplattenwerk. 358)

kommt die Aufgabe zu, ständig oder zeitlich fest geregelt (periodisch) einsatzbereit zu sein. Nur selten genügt es, daß es auf Anforderung beschickbar ist.

In mechanisch-technologischen Industrien erfüllen diese Anforderungen am besten ortsfeste, ständig beschickbare Fördermittel. Umstellbare Transportmittel gelangen so gut wie nicht zum Einsatz, hin und wieder jedoch freibewegliche, wenn z.B. unter Einschaltung von Zwischenlagern Behälter mit Teilen von auf Anforderung verfügbaren Fördermitteln von Maschine zu Maschine gesetzt werden. Bei ihnen geht es meist darum, den Transport zwischen zwei Fertigungsstationen zu bewirken, während die dauernd festgelegten Fördermittel mehrere Arbeitsstationen gleichzeitig verbinden, indem sie an ihnen vorbei oder durch sie hindurch laufen. So kommt es zu einer Förderanlage, die einheitlich das Fließsystem durchzieht und damit zumindest einen Teilbereich des Fertigungsablaufes beherrscht.

---

358) Aus Deppe, Hans-Joachim und Kurt Ernst: Technologie der Spanplatten. Stuttgart 1964, S. 210.

Gerade die enge Verbindung von zeitlicher Lückenlosigkeit des Fertigungsablaufes und Fließsystems setzt in der Regel noch mehr die Herstellung für die Produktionsapparatur gleichartiger Leistungen voraus als das Vorkommen nur eines dieser Merkmale. So sind die Transportmittel generell auf ihre jeweilige Aufgabe spezialisiert, in den mechanisch-technologischen Industrien vorwiegend auf Stückgüter, vereinzelt auch auf fluide Güter (z.B. im Mühlenbetrieb), wobei die Dimensionen des Transportgutes von besonderer Bedeutung sind.
Hier treten die Zusatzaufgaben am stärksten hervor, so daß sie sich weitgehend als Merkmal der streng lückenlosen Fließfertigung ansehen lassen.
Sehr häufig dienen die Transportmittel als Lagerort. Die Verwendung von Transportmitteln als Lagerort geht mit zunehmender zeitlicher Lückenlosigkeit des Fertigungsablaufes und Abstimmung der Fertigungsablaufvorgänge zurück. Zum andern werden Zwischenlager dadurch reduziert, daß die Leistungen der einzelnen Stationen wegen der Massenhaftigkeit der Produktion aufeinander ausgerichtet sind. Dafür tritt aber die zusätzliche Aufgabe der Transportmittel als Ort der Fertigung besonders eindringlich hervor. Für das Zusammengehen von Transport- und Fertigungsvorgängen gibt es eine ganze Reihe von Formen. So kann sich das Erzeugnis lediglich während des Fertigungsvorganges auf dem Transportmittel bewegen, wie z.B. bei Montage-[359] oder Abkühlprozessen auf dem Band, oder aber die Transportbewegung kann gleichzeitig Fertigungsbewegung sein, wie z.B. bei der Drahtverzinkung (s. Abb. 64), bei Misch-, Knet- oder Sortierprozessen.[360]
In der Regel ist der Einsatz von Transportmitteln für zusätzliche Aufgaben Ausdruck dafür, in welchem Umfang Transport und Lagerung oder Transport und Fertigen simultan in einem System ablaufen. Während die Transportmittel im Werk-

---

359) Vgl. Schleip, W.: a.a.O., S. 35.
360) Zum simultanen Ablauf von Vorgängen des Fertigungsablaufes vergleiche Seite 103 ff.

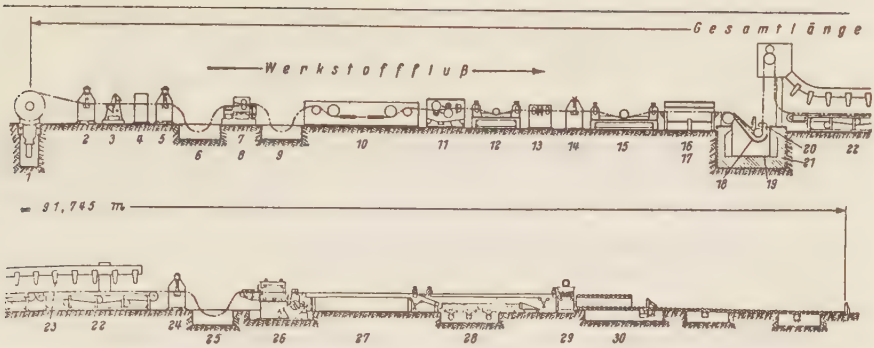


Abb. 64 Simultaner Ablauf von Fertigungs- und Transportvorgängen in einer Bandverzinkungsanlage. 361)

stättensystem nur selten für Zusatzaufgaben in Anspruch genommen werden, finden sie in der mechanisch-technologischen Straßenfertigung bevorzugt zur gleichzeitigen Durchführung von Lager- und Transportvorgängen Verwendung. In der mechanisch-technologischen, streng lückenlosen Fließfertigung stehen sie sowohl im Dienste von Fertigungs- als auch von Lagervorgängen. In der chemisch-technologischen streng lückenlosen Fließfertigung tritt die Lagerfunktion der Transportmittel zurück, dafür treten Transport- und Fertigungsvorgänge in besonders starkem Maße vereinigt auf.

Weniger bei der Straßenfertigung mit ihrer losen Lückenlosigkeit des Fertigungsablaufes als bei strenger zeitlicher Lückenlosigkeit des Fertigungsablaufes fungiert das

---

361) Aus Brachmann, Wilhelm: Verzinkte Bleche und Bänder. In: Stahl und Eisen, 72. Jg. 1952, Nr. 14, S. 826 und S. 827.

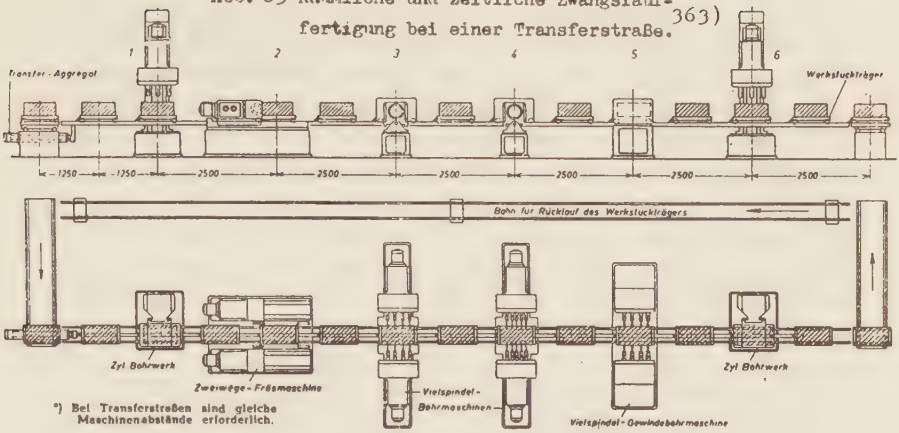
Transportmittel als Regeler des Rhythmus und der Geschwindigkeit des Fertigungsablaufes. Der Fertigungsfluß, der häufig mit Hilfe organisatorischer Reglementierungen herbeigeführt und aufrecht erhalten wird, wird hier technisch durch die Betriebsweise des Transportmittels, die aufgrund seiner Verbindung und Verknüpfung mit den Fertigungsstationen auch für deren Arbeitsweise zwingend und maßgebend ist, verankert. Besonders klar zeigt sich diese zeitliche Bindung des gesamten Fertigungsablaufes durch die Transportmittel in Automobilfabriken mit ihren Hauptmontagestraßen und den synchron arbeitenden Neben- und Unterstraßen. Indem die ortsfesten Transportmittel in der streng lückenlosen Fließfertigung zu durchgehenden Förderanlagen und -systemen verschmelzen und die einzelnen Fertigungsstationen gleichsam in sich einschließen, haben sie den gesamten Fertigungsablauf zunächst räumlich zu einem einheitlichen Zwangslaufsystem vereinigt. Die starke technologische Verzahnung und Einbettung der Fertigungsanlagen in dieses Transportsystem rufen oft das Bild eines transportbetonten Betriebes[362)] hervor, da die gesamte Produktionsanlage gerade beim Fließsystem eine einzige Transportanlage zu sein scheint (s. Abb. 16 Seite 49).

Tritt wie eben erwähnt noch die zeitliche Beherrschung des Fertigungsablaufes durch das Fördersystem hinzu, so sind alle Vorgänge zur räumlichen und zeitlichen Zwangslauffertigung integriert und die höchste Stufe der Fließfertigung ist damit erreicht. Das bedeutet gleichzeitig, daß der Fertigungsablauf nicht mehr beliebig an irgendeiner Stelle unterbrochen werden kann, ohne ihn über den gesamten Bereich, in dem er als Fließsystem organisiert ist, zum Stillstand zu bringen (s. Abb. 65).
Aus diesem Grunde werden in der zeitlich streng lückenlosen Fließfertigung Zwischenlager der Ablaufsicherung gebildet. Sie wirken der aus der starken Integration resultierenden

---

362) Vgl. dazu Seite 13 ff.

Abb. 65 Räumliche*) und zeitliche Zwangslauffertigung bei einer Transferstraße.[363]



hohen Störanfälligkeit der Gesamtanlage insofern entgegen, als sie die Produktionsanlage in mehrere zeitweilig voneinander unabhängige betreibbare Einheiten unterteilen. Diese lassen sich dann im Falle einer Unterbrechung des Fertigungsprozesses durch den Ausfall einer Fertigungsstation so lange fortbetreiben, bis die Zwischenlager erschöpft sind. Voraussetzung ist, daß zwischenlagerungsfähige Produkte entstehen, daß sich die Teilabschnitte z.B. einer Transferstraße von der Steuerungstechnik her getrennt betreiben lassen und daß überhaupt die Möglichkeit besteht, Zwischenprodukte in die Fließstrecke einzugeben. Bei einer 25 Meter langen Druckmaschine mit einer Vielzahl von Druckwerken ist das z.B. nicht mehr möglich, weil der gesamte Fertigungsablauf zu einem einheitlichen Prozeß verschmolzen ist (Prozeßanlage). Dasselbe gilt für die Bandverzinkungsanlage in Abb. 37 (Seite 106) auf. In beiden Beispielen ist ein Einschieben von Zwischenlagern allein schon deshalb

---

363) Aus Goebel, Hellmut: Das Transportproblem bei selbständigen Maschinenfließreihen. In: Fördern und Heben, 72. Jg. 1952, Heft 8, S. 195.

nicht möglich, weil ein ununterbrochenes Materialband die Anlage durchläuft.
Zwischenlager der Ablaufsicherung sind spezifische Erscheinungen der zeitlich streng lückenlosen Fließfertigung und in der Regel direkt in die Linie des Fertigungsablaufes oder parallel zu ihr angeordnet.
Eine weitere Zwischenlagerart, die ausschließlich in der zeitlich streng lückenlosen Fließfertigung auftritt, sind die Lager zum Rhythmusausgleich. Sie gibt es deshalb ausschließlich hier, weil nur in diesen Fällen die Voraussetzung der gleichen Mengenleistung einer Reihe von Stationen erfüllt sein kann. Denn sobald Folgevorgänge nur lose gebunden sind, kommt es bereits zu Zwischenlagern des Mengenausgleiches. Die Ursachen, die zu Zwischenlagern zum Rhythmusausgleich führen, wurden bereits ausführlich dargestellt (s. Seite 72 ff.). Ein Zwischenlager zum Rhythmusausgleich, weil z.B. Schütt- und Pressvorgang stetig bzw. rhythmisch verlaufen, zeigt sich z.B. vor der Heizpresse bei der Spannplattenherstellung (s. Abb. 63 S. 187). An Stellen, an denen der Materialstrom aufgeteilt und verzweigt oder vereinigt und zusammengefaßt wird, treten bei mechanisch- und auch chemisch-technologischen Fertigungsabläufen Umschlaglager auf.
Normalerweise ist die Anzahl sowie der Umfang von Zwischenlagern im Fließsystem begrenzt, jedenfalls ist die Anzahl und der Umfang wesentlich geringer als im Werkstättensystem. Das Bestreben geht dahin, die Fließfertigung zu einem lagerlosen System zu machen, wenn nicht andere Gründe entgegenstehen (s.o. Ablaufsicherungslager). Im Idealfalle gibt es nur Bereitstellungslager zur ablaufgerechten Beschickung des Fertigungsablaufes und an dessen Ausgang evtl. ein Ansammlungslager, um die entsprechenden Transport- oder Lagereinheiten zusammenzustellen. Der eigentliche Fertigungsablauf ist ohne Zwischenlager.
Zwischenlager behindern den Fertigungsablauf grundsätzlich nicht. Hinderlich sind ausschließlich die Über- oder Unterdimensionierung von Fertigungs- und Transportstationen, wo-

durch zusätzlich Transport- und Lagervorgänge im Rahmen des Fertigungsablaufes notwendig werden oder dieser an einigen Stellen Unterbrechungen erfährt. Je nachdem, welche Ursachen zur Bildung von Zwischenlagern führen, wird der Fertigungsablauf entweder durch sie in der Zahl seiner Vorgänge wie auch in seiner zeitlichen Dauer verlängert oder aber er wird durch sie erst zeitlich in dem Maße abgestimmt und zeitlich lückenlos gemacht, damit ein stetiger Produktionsfortgang zustande kommt.

Bei chemischer Technologie ist die Anwendung der strengen zeitlichen Lückenlosigkeit vielfach naturbedingt, weil z.B. ein bestimmter Aggregat-, Wärme-, Druck- oder Ungleichgewichtszustand in der chemischen Reaktionsführung erhalten bleiben muß. Vielfach sind es aber auch wirtschaftliche Gründe, die zur Einführung fließender Fertigungsabläufe in chemischen und verwandten Industrien geführt haben. Grundsätzlich ist zur Gestaltung des Transport- und teilweise auch des Lagerwesens in der chemisch-technologischen, streng lückenlosen Fließfertigung zu sagen, daß sie noch charakteristischer hervortritt als in mechanisch-technologischen Industrien. Die Eigenarten des Transport- und Lagerwesens, die besonders typisch sind, sollen im Folgenden dargestellt werden. Im übrigen gilt analog das bei der Behandlung des Problems über die mechanisch-technologischen Industrien Gesagte.
Die Transportmittel sind besonders stark spezialisiert, da sie nur für den Zweck zu verwenden sind, für den sie gebaut sind. Sie sind auf fluide oder ähnliche Förderinhalte spezialisiert. Daneben müssen sie meist noch auf die chemisch-physikalische Aktivität und Beschaffenheit des Förderinhaltes ausgerichtet sein.
Selten, selbst wenn der Ablauf nur zeitlich lose Lückenlosigkeit aufweist, kommen andere als installierte Fördermittel zur Anwendung. Als Rohrleitungen, Rinnen, Bänder sind sie ständig beschickbar. Die installierten Förderer sind nur in seltenen Fällen selbständige, zwischen den

einzelnen Fertigungsablaufstufen vermittelnde Einheiten. In der Regel durchziehen sie, mit den Fertigungsanlagen verbunden und ein einheitliches Fördersystem bildend, einen Teil des oder sogar den gesamten Fertigungsablauf.
Als Zusatzaufgabe übernimmt das Transportsystem besonders in der chemischen Industrie Fertigungsfunktionen, indem es sowohl als Fertigungsort als auch als Transportweg dient. Diese Entwicklung ist hier so weit gediehen, daß Fördermittel z.T. ihren ursprünglichen Charakter nur noch im Grundaufbau besitzen und fast ganz zu Fertigungsanlagen geworden sind. Als Beispiel seien Förderschnecken genannt.[364)]
Fördervorgänge stehen, soweit sie sich in die Apparaturen hineinziehen, "in engster Beziehung und Wechselwirkung mit den fertigungstechnischen Aufgaben".[365)] Verarbeitungs- und Fertigungsvorgänge laufen technologisch verzahnt simultan ab, und ähnlich wie bei einer Transferstraße, bei der der Fördervorgang durch das richtige Vorschieben und Einlegen in die Fertigungsstationen auf das Fertigungsergebnis einwirkt, hängt auch hier die Aufrechterhaltung der Reaktion, das Zustandekommen des richtigen Mischungsverhältnisses etc. vom Fördervorgang ab.

Aber auch die Fördervorgänge zwischen den Apparaturen werden zur Erledigung von Fertigungsvorgängen herangezogen. "Die zahlreichen Möglichkeiten solcher Kombinationen können als ein typisches Merkmal innerhalb der fördertechnischen Eigenarten der verfahrenstechnischen Industriezweige angesehen werden".[366)]
Mit der Einbeziehung der Fertigung in die Förderung geht die Regelung des Rhythmus und der Geschwindigkeit des Fertigungsablaufes einher. Die räumliche und zeitliche Integration aller Vorgänge des Fertigungsablaufes über das

---

364) Vgl. dazu Fink, Max: Entwicklungsrichtungen der Fördertechnik in der Chemie-Industrie im Vergleich zur Maschinenindustrie. In: Fördern und Heben, 8. Jg. 1958, Heft 5, S. 293.
365) H. Kölbel und J. Schulze: Der Materialfluß in verfahrenstechnischen Betrieben, S. 800.
366) Dieselben, a.a.O., S. 801.

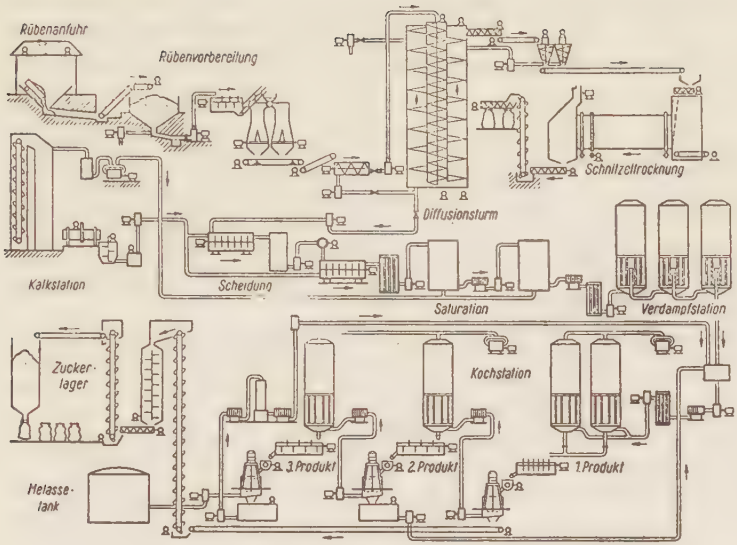


Abb.66 Über die Fördermittel zu einer Prozeßanlage integrierte Fertigungsstationen in einer Rübenzuckerfabrik. [367]

Transportsystem, durch das alle Fertigungsstationen verbunden sind, zu einer einzigen Prozeßanlage ist das besondere Charakteristikum der chemischen Industrie (s. dazu Abb. 66). Dieses Aufgehen ursprünglich selbständiger Fertigungs- und Transportstationen in einer Gesamtanlage kommt hier weitaus häufiger vor als in der mechanisch-technologischen Industrie. Voraussetzung dazu ist nicht unbedingt, daß alle Vorgänge kontinuierlich ablaufen. Es können auch chargenweise, d.h. diskontinuierlich arbeitende Stationen in die Gesamtanlage eingeschlossen sein. Um dennoch zeitlich streng lückenlose Fertigung zu erreichen, werden mehrere Chargenaggregate nebeneinandergeschaltet und dann zeitlich gestaffelt reihum am Ferti-

---

367) Aus Bury, W.: Die neue Zuckerfabrik Franken. Erweiterter Sonderdruck aus der "Siemens-Zeitschrift", 27. Jg. 1953, Heft 6, S. 4.

gungsprozeß beteiligt. (So z.B. bei der Herstellung von Zellwolle, bei der die Tanks, in denen die zu verspinnende Zellulose reift, reihum auf die Spinnmaschinen geschaltet werden.)

Als Lagerplatz dienen die Transportmittel nur ganz ausnahmsweise, weil die in sich geschlossenen Anlagen selten eine Zwischenlagerung zulassen oder benötigen. Praktisch besteht die Möglichkeit zu einer Zwischenlagerung nur an Stellen, an denen schubweise (z.B. chargenweise) arbeitende Vorgänge auf kontinuierlich arbeitende stoßen.
Ablaufsicherungslager, wie sie die mechanisch-technologische, zeitlich streng lückenlose Fließfertigung aufzuweisen hatte, gibt es hier nicht, weil nur in seltenen Fällen entsprechend zwischenlagerungsfähige Zwischenprodukte entstehen, diese nur schwierig in die geschlossene Produktionsanlage einzuschleusen sind und Teile der Gesamtanlage so gut wie nie selbständig zu betreiben sind.

6. Zusammenfassende Übersicht mit Schlußbetrachtung

Der Fortgang der um eine gedrängte Darstellung bemühten Arbeit brachte es mit sich, daß ständig neue Gesichtspunkte und Begriffe in die Überlegungen einbezogen wurden. Besonders aber die Aussagen des letzten Abschnittes B. II., der die Antwort auf die Fragestellung des Themas gibt, sind recht differenziert. Daher soll in diesem Schlußkapitel in Verbindung mit einigen abrundenden Überlegungen eine komprimierte Gesamtübersicht gegeben werden.

Nach einer kurzen Einführung in die Vorstellungen und Absichten dieser Arbeit galten die Betrachtungen zunächst dem Verhältnis der beiden Aspekte des Industriebetriebes, dem Aufbau und dem Ablauf. Sodann wurde der Fertigungsablauf auf die in ihm zusammenwirkenden Grundfunktionen Fertigen, Transportieren und Lagern untersucht; der Fertigungsablauf wurde allgemein beschrieben und die unter-

schiedlich starken Anteile einer der drei Grundvorgänge am Fertigungsablauf aufgezeigt.
Zwei Abschnitte (A. II. 1. - 3. und A. II. 4. und 5.) wurden dazu verwendet, das Transport- und das Lagerwesen von ihrer Rolle und Aufgabe im Fertigungsablauf her zu analysieren und einzuteilen. Es schloß sich eine kurze Betrachtung über die Rangfolge, Abgrenzbarkeit und das Zusammengehen der Grundfunktionen der Fertigung an.
Danach wurden im Anschluß an eine Darstellung der Fertigungssysteme deren Fertigungsabläufe näher charakterisiert. Zu diesem Zweck wurden weitere Merkmale des Industriebetriebes herangezogen, die sowohl von Einfluß auf die Ablaufverhältnisse sind als auch eine Affinität zu den Fertigungssystemen besitzen. Aus einer Anzahl von Merkmalsverbindungen wurden die gewichtigsten ausgewählt und den folgenden Untersuchungen über die Ausgestaltung des Transport- und Lagerwesens zugrunde gelegt.
Das Ergebnis, das Aufschluß über die Ausgestaltung des Transport- und Lagerwesens in den einzelnen Fertigungssystemen unter Berücksichtigung weiterer, den Fertigungssystemen besonders nahestehender, ablaufbedeutsamer Merkmale gibt, ist in den folgenden beiden Übersichten wiedergegeben (Abb. 67 und Abb. 68).
Neben den Vorteilen jeder vereinfachenden und zusammenfassenden Darstellung spiegeln die Abbildungen auch deren Nachteile wider. Vor allem ist darauf hinzuweisen, daß sie nur im Zusammenhang mit dem Text hinreichend verständlich sind. Schwerpunkte und Unterschiede lassen sich in ihren Nuancierungen nur in sehr begrenztem Umfange zum Ausdruck bringen. Die Merkmalsreihen in der Kopfleiste sind stark verkürzt wiedergegeben. Auch die Häufigkeit des Auftretens der verschiedenen Transportmittel und Zwischenlager mit Hilfe von Zeichen auszudrücken, ist nur ein grober Versuch, die Unterschiede etwas deutlicher werden zu lassen.
Bei den schematischen Darstellungen geht es mit Vorrang um einen Vergleich in der Waagerechten. Es sollen Verschiebungen in den Erscheinungsformen des Transport- und Lager-

Eigenarten der Transportmittel bei:	Werkbankfertigung	Sinnerkträgliche Baustellenfertigung	Apparatemäßige Mechan.-technolog. Werkstättenfertigung	Chem.-technolog. Werkstättenfertigung	Teil. lose mechan.-technolog. Straßenfertigung	Teil. lose chem.-technolog. Straßenfertigung	Teil. strenge mechan.-technolog. Fließfertigung	Teil. strenge chem.-technolog. Fließfertigung
I. Spezialisierungsgrad								
1. Universaltransportmittel	××	×	×	×				
2. Mehrzweckförderer		×	×	×	×	×		
3. Spezialtransportmittel			(×)		××	×	×	×	××
II. Spezialisierungsrichtung								
1. auf das Transportgut								
a. für Fertigungseinrichtungen und -maschinen			×		×		×		
b. für Stückgüter	×	××	×	×		×		×	
c. für fluide Güter			×		×		×	o	××
d. auf die Dimension	×	×		×		×		××	
e. auf die chem.-physikal. Aktivität und Beschaffenheit					×		×		×
2. auf Zusatzaufgaben								
a. als Lagerplatz				×		××		××	
b. als Fertigungsort						××		××	××
c. als Regeler des Rhythmusses u. der Ablaufgeschwindigkeit								××	××
d. als Organ der Integration der Stationen des Fertigungsablaufes				×		×	×	××	××
III. Wirkungsbereich								
1. der gesamte Betrieb		××	×	×					×
2. zw. Fertigungsbereichen		×		×	××				
3. über einen ges. Teilbereich	×	×	×	×	×	×		×	×
4. zw. Ablaufstationen		×	×	×	×	×	×	×	
5. an einer Station			×	×					
IV. Beschickbarkeit								
1. ständig			(×)	×		××	×	××	××
2. periodisch				×		×		×	
3. auf Anforderung	××	××	×	××	×	×	×	o	
V. Räumliche Festlegung								
1. ortsfeste		××		×	×	×	×	××	××
2. umstellbar			××	×		××			
3. freibeweglich	××	×	×	××	××	o	×	×	

o vereinzelt auch
× meist
×× besonders typisch
( ) bei wandernder Baustellenfertigung

Abb. 67

Art der Zwischenlager bei:	Werkbankfertigung	Baustellenfertigung	Werkstättenfertigung	Mechan.-technolog. Werkstättenfertigung	Chem.-technolog. Werkstättenfertigung	Teil. mechan.-technolog. Straßenfertigung	Teil. chem.-technolog. Straßenfertigung	Teilweise mechan.-technolog. Fließfertigung	Teilweise chem.-technolog. Fließfertigung
I. Bereitstellung	x	x	x	xx	o	x	x	x
II. Rhythmusausgleich							xx	x
III. Mengenausgleich		o	x	x	x	x	o	
IV. Stückkostendegression								
a. Beschäftigungs-,			xx					
b. Auflagen-,		x	xx					
c. Größendegression			x	x	o	x		
V. Ablaufverbesserung und -vermittlung								
a. Umschlaglager		x	x	x	x	x	x	
b. Assortierungslager	x	x	x					
c. Ansammlungslager	x	x	x	x	x			
VI. Ablaufsicherungslager							xx	

o voreinzelt auch
x meist
xx besonders typisch

Abb. 68

wesens zwischen den verschiedenen Fertigungssystemen bzw. zwischen den durch weitere Merkmale gekennzeichneten Fertigungssystemen aufgezeigt werden. Sodann soll aber auch dargestellt werden, welche Transportmittel und Zwischenlager innerhalb eines Fertigungssystems (senkrechte Spalten) vorkommen.

Entsprechend der Eigenart der Betriebswirtschaftslehre der Industrie, die durch ein enges Wechselspiel und Miteinander von Theorie und Empirik oder von Abstraktion und Anschauung gekennzeichnet ist, wurde auch hier versucht, die industrielle Wirklichkeit mit Hilfe von Überlegungen zu analysieren und umgekehrt theoretische Einsichten an der Realität zu erproben und evtl. zu korrigieren.
Bei seinen Ausführungen war der Verfasser bemüht, ein möglichst ausgewogenes Bild zu geben und sich nicht lediglich auf einzelne Betriebe und Industriezweige zu beschränken. Es sollte der Versuch gemacht werden, durch die Anwendung von durchgängig auf die Gesamtheit der Industriebetriebe anwendbaren Merkmalen von dem einseitigen Vorgehen abzukommen, das, ohne ausreichend zu differenzieren, die Verhältnisse bestimmter Industriebetriebe verallgemeinernd auf die gesamte Industrie überträgt. Es wurde danach getrachtet, bei den Überlegungen, bei der Auswahl des Anschauungsmaterials und der untersuchten Merkmalsverbindungen sowie bei der Feststellung der Unterschiede und Gemeinsamkeiten des Transport- und Lagerwesens in den unterschiedlichen Fertigungssystemen stets die gesamte industrielle Wirklichkeit im Auge zu behalten.[368)]

---

368) Hier kamen dem Verfasser die Eindrücke und Erkenntnisse aus zahlreichen Betriebsbesichtigungen während seiner kaufmännischen Lehre, im Rahmen des industriebetriebswirtschaftlichen Kolloquiums unter der Leitung von Herrn Prof. Dr.Dr. h.c. E. Schäfer und aufgrund privater Initiative zustatten. Daneben stand vor allem das Studium von industriebetrieblichen Monographien, von technischer Literatur über industriebetriebliche Produktionsprozesse und von sonstiger in dieser Hinsicht dienlicher Literatur und verwendbaren Schrifttums im Mittelpunkt.

Inwieweit bestimmte Verhältnisse und Tatsachen des Industriebetriebes in dieser Arbeit über- oder unterbewertet worden sind, nicht oder zu wenig gesehen und herangezogen worden sind, ob noch andere oder weitergehende Differenzierungen vonnöten sind, ließe sich nur anhand einer Vielzahl von Untersuchungen einzelner Betriebe mit gleichen Merkmalsreihen feststellen. Falls keine anderen entscheidenden Merkmale auftreten, die das Bild in den einzelnen Betrieben verschieben können, müßten alle Betriebe in etwa die gleichen Tendenzen der Ausgestaltung des Transport- und Lagerwesens aufweisen. Aus einem Vergleich der Ergebnisse einer Anzahl solcher Einzeluntersuchungen ließen sich wertvolle Aufschlüsse in Bezug auf die Feststellungen gewinnen, welche im Verlaufe dieser Arbeit gemacht werden.

Literaturverzeichnis

1. Buchveröffentlichungen und Dissertationen

Ahlburg, Mathias	Betriebswissenschaft in Einzel- und Massenfertigung. Zusammenhänge zwischen den Grundsätzen von Taylor und Ford. Diss. TH Aachen 1929.
Apple, James M.	Plant Layout and Materials Handling. The Ronald Press Company, New York 1950.
Aumund, Heinr. und Herbert Knaust	Hebe- und Förderanlagen. Ein Lehrbuch für Studierende und Ingenieure. 3. neubearbeitete Aufl., Berlin, Göttingen, Heidelberg 1950.
Bauer, Hermann	Prinzip und Möglichkeit der Fließfertigung in der maschinellen Bauproduktion. Diss. TH München 1964.
Baum, Wilhelm	Betriebswissenschaftliche Organisation mittlerer Maschinenfabriken mit Kleinserien- und Einzelfabrikation. Diss. TH Aachen 1929.
Beckmann, Liesel	Industriebetriebswirtschaftslehre. Sammlung Poeschel. Betriebswirtschaftliche Studienbücher. Herausgegeben von Hans Seischab. Reihe III: Betriebslehren. Band 1, Stuttgart 1961.
Besters, Hans (Hrsg.)	Betriebswirtschaft. Essen 1959.
Bezdecka, Helmuth	Die Materialbewegung im Industriebetrieb unter dem Gesichtspunkt ihrer kostenoptimalen Gestaltung. Diss. Frankfurt 1959.
Böhme, C., H.-J. Borghardt und A. Koberg (Bearbeiter)	Informationsbuch für Technologen. Metallverarbeitende Industrie. 3. Aufl., Berlin 1964.
Böhrs, Hermann	Organisation des Industriebetriebes. Wiesbaden 1963.
Bolte, Hans-Joachim	Fördertechnik in der Fleischindustrie. Veröffentlicht vom Institut für Fachschulwesen der DDR, Karl-Marx-Stadt 1964. Band 1 und 4.

Budnikow, M.S., P.I. Nedawni und B.I. Ribalski — Grundlagen der Fließfertigung im Bauwesen. Übernommen aus dem Russischen. (Übers.: Manfred Kurzer u. Dr. K.-H. Schröder) Hrsg. Ministerium f. Bauwesen und Deutsche Bauakademie. Berlin 1962.

Buff, Carl Theodor — Werkstattbau. Anordnung, Gestaltung und Einrichtung von Werkanlagen nach Maßgabe der Betriebserfordernisse. 2. durchgesehene Aufl., Berlin 1923.

Buffa, Elwood S. — Models for Production and Operations Management. John Wiley & Sons, Inc., New York, London 1963.

Carnap, Günter — Die Fließarbeit als arbeitsorganisatorisches Fertigungsverfahren in mechanisch-technologischen Industrien. (Ihre grundlegenden Merkmale, Erscheinungsformen und technisch-organisatorischen Voraussetzungen.) Diss. TH Darmstadt 1955.

Chladek, Gerhard — Fertigungstyp und Plankostenrechnung. Versuch einer Typenbildung innerbetrieblicher Plankostenrechnung gemäß den unterschiedlichen Produktionsverhältnissen und vergleichende Untersuchung der Typen. Diss. Mannheim 1955.

Cordes, Walter — Die Lagerhaltung in den Grundstoffindustrien, erläutert an Beispielen aus dem Kohlebergbau, der Eisen-, Kali- und Zementindustrie. Diss. Berlin 1933.

Dahlhoff, Hermann — Die Auswirkungen der Rationalisierung auf die Organisation industrieller Betriebe. Diss. Münster 1928.

Demag (Hrsg.) — Die Werft. Hrsg. Deutsche Maschinenfabrik AG (Demag). Duisburg 1926.

Deppe, Hans Joachim und Kurt Ernst — Technologie der Spanplatten. Ein Ratgeber für die Praxis. Stuttgart 1964.

Ellinger, Theodor — Ablaufplanung. Stuttgart 1959.

Fackelmeyer, Arno — Materialfluß. Planung und Gestaltung. Düsseldorf 1966.

Feldmühle Papier- und Zellstoffwerke AG (Hrsg.)	Vom Papier. Herausgegeben von der Feldmühle Papier- und Zellstoffwerke AG, Düsseldorf, anläßlich des 75-jährigen Bestehens am 27.8.1960.
Funke, Hermann	Die Betriebswirtschaft im Maschinenbau und in anderen Industrien. 3. Aufl., Freiburg i.Br., o.J. (2. Aufl. 1955).
Funke, Hermann und Hans Blohm	Allgemeine Grundzüge des Industriebetriebes. Essen 1952.
Gesell, W. und W. Riege	Materialfluß in Gießereien. 2. Teil, Düsseldorf 1957.
Göldner, Jürgen	Die Aufbauorganisation der industriellen Lagerwirtschaft. Berlin 1960.
Gutenberg, Erich	Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre. Band 1, Die Produktion. 7. Aufl., Berlin-Göttingen-Heidelberg 1962 und 12. Aufl. Berlin-Heidelberg-New York 1966.
Haase, Wilhelm	Ölmüllerei. Leipzig 1928.
Hackinger, Corbin und Paul H. Schmidt	Der betriebswirtschaftliche Produktionsprozeß in der Getreidemüllerei. Stuttgart 1929.
Hamann, Walther	Moderne Transporteinrichtungen in den Vereinigten Staaten. Wien 1952.
Heiner, Heinz August	Die Rationalisierung des Förderwesens in Industriebetrieben. Berlin 1961.
Hellpach, Willy und R. Lang	Gruppenfabrikation. Berlin 1922.
Hennig, Karl Wilhelm	Betriebswirtschaftslehre der industriellen Fertigung. Braunschweig 1946.
Henzel, Fritz	Erfassung und Verrechnung der Gemeinkosten in der Unternehmung. Berlin-Wien 1931.
Henzel, Fritz	Betriebsplanung. Wiesbaden 1950.
Hinsel, Dieter	Fertigungssysteme in der Industrie. Ihre Gliederung unter technisch-ökonomischen Gesichtspunkten und ihre schaubildliche Darstellung. Ein Beitrag zur Betriebstypologie. Diss. Nürnberg 1955.

v. Holzer, Rudolf	Systematische Fabriksrationalisierung. München 1928.
Hoss, Klaus	Fertigungsablaufplanung mittels operationsanalytischer Methoden unter besonderer Berücksichtigung des Ablaufplanungsdilemmas in der Werkstattfertigung. Würzburg-Wien 1965.
Illetschko, Leopold L.	Innerbetrieblicher Transport und betriebliche Nachrichtenübermittlung. Sammlung Poeschel. Betriebswirtschaftliche Studienbücher. Hrsg. H. Seischab, Reihe II, Funktionslehren, Stuttgart 1962
Kalveram, Wilhelm	Industriebetriebslehre. 6. Aufl., Wiesbaden o.J.
Kaps, Karl-Heinz	Die Bedeutung der Lagerhaltung für die Produktionsplanung in Industriebetrieben. Diss. TH Aachen 1964.
Kaufmann, Hermann	Die gleislosen Flurfördermittel als Träger des Materialflusses im Industriebetrieb. Diss. Wien 1961.
Kirsch, Willy	Zur Ermittlung der Produktionskapazität an Fließstrecken mit vorwiegend manueller Fertigung. Diss. Leipzig 1959.
Köhler, Dieter	Organisation der innerbetrieblichen Materialbewegung. Berlin 1959.
Krippendorff, Herbert	Das Lagern im Betrieb unter besonderer Berücksichtigung praktischer Beispiele aus dem Lagerwesen, vor allem der metallverarbeitenden Industrie. Berlin 1935.
Krippendorff, Herbert	Integrierter Materialfluß. o.O. 1965.
Krippendorff, Herbert	Wirtschaftlich lagern - Lagern im Fertigungsfluß. 1. Aufl., Braunschweig, Berlin, Hamburg 1952.
Lauke, H.L.	Die Leistungsabstimmung bei Fließarbeit. München 1928.
Leitner, Friedrich	Wirtschaftslehre der Unternehmung. 5. neubearb. Aufl. der "Privatwirtschaftslehre". Berlin und Leipzig 1926.

Linden, W.	Der Werkverkehr mit Kraftfahrzeugen in der Verkehrspolitik unserer Zeit. Frankfurt a.M. 1949.
Ludwig, Helmut	Die Größendegression der technischen Produktionsmittel. Köln und Opladen 1962.
Mäckbach, Frank und Otto Kienzle (Hrsg.)	Fließarbeit - Beiträge zu ihrer Einführung. Berlin 1926.
Mellerowicz, Konrad	Betriebswirtschaftslehre der Industrie. 3. durchgesehene und verbesserte Aufl., Freiburg i.Br. 1958.
Merbach, Horst	Zu Fragen des innerbetrieblichen Transports. Berlin 1957.
Merbach, Horst	Leitfaden der Analyse des innerbetrieblichen Transports. Berlin 1961.
Meyer, Walter	Der Standort des Lagers in Industriebetrieben. Diss. Köln 1951.
Michel, Eduard	Arbeitsvorbereitung als Mittel zur Verbilligung der Produktion. Über die Beschleunigung der Materialbewegung durch flußlaufähnliche Übersichten. 2. verbesserte Aufl., Berlin 1924.
Michel, Eduard	Betriebsgestaltung und Fließarbeit. Stuttgart 1926.
Mittag, Martin und Friedrich Voss	Baubetriebslehre. 2. Aufl., Gütersloh 1957.
Moretti, August und Roland Hinden	Einführung in die Verarbeitung von PVC. München 1959.
Müller, Herbert R.	Das Transportwesen in industriellen Betrieben, gemeinfasslich dargestellt. 2. ergänzte Aufl., Leipzig 1929.
Müller, Klaus	Das gleislose innerbetriebliche Transportwesen in der Industrie. Winterthur 1956.
Nicklisch, Heinrich	Die Betriebswirtschaft. 7. Aufl., Stuttgart 1932.
Nordsieck, Fritz	Betriebsorganisation, Betriebsaufbau, Betriebsablauf. Sammlung Poeschel. Betriebswirtschaftliche Studienbücher. Reihe I, Grundlagen, Stuttgart 1961.

Nordsieck, Fritz	Die schaubildliche Erfassung und Untersuchung der Betriebsorganisation. 3. unveränderte Aufl., Stuttgart 1941.
Nordsieck, Fritz	Rationalisierung der Betriebsorganisation. 2. überarbeitete Aufl. von "Grundlagen der Organisationslehre", Stuttgart 1955.
Nowak, Gerhard	Fließarbeit und ihre Organisation (untersucht am Beispiel der Automobilindustrie). Diss. TU Berlin 1959.
Ohse, Hermann	Wirtschaftliche Probleme industrieller Sortenfertigung. Köln und Opladen 1963.
Peiseler, Gottfried	Zeitgemäße Betriebswirtschaft. I. Teil, Grundlagen. Leipzig und Berlin 1921.
Pentzlin, Kurt	Rationelle Produktion. Methodik, Grundregeln und praktische Beispiele. Gera 1945.
Rahm, Walter	Das Material im Fabrikbetrieb, Einkauf. Lagerung, Kontrolle und Verrechnung. Stuttgart 1929.
Reichel, Kurt	Fabrikorganisation. Die kaufmännischen Verwaltungsabteilungen des Fabrikbetriebes. Berlin, Wien 1929.
Ricken, Theodor	Fördermittel für Bearbeitungs- und Zusammenbauwerkstätten. München 1949.
Riebel, Paul	Die Elastizität des Betriebes. Eine produktions- und marktwirtschaftliche Untersuchung. Köln - Opladen 1954.
Riebel, Paul	Industrielle Erzeugungsverfahren. Wiesbaden 1963.
RKW (Hrsg.)	Automatisierung (Hrsg. v. Rationalisierungs-Kuratorium der deutschen Wirtschaft (RKW)). Stand und Auswirkungen in der Bundesrepublik Deutschland. München 1957.
RKW (Hrsg.)	Senkt Transportkosten. Anleitung zu innerbetrieblichen Transportuntersuchungen. Frankfurt 1952.

RKW (Hrsg.) Innerbetriebliches Förderwesen. Erfahrungen einer englischen Studienkommission in den USA. = RKW-Auslandsdienst Heft 3, München 1951.

RKW (Hrsg.) Arbeitsvorbereitung, Fertigungsplanung und Fertigungssteuerung in USA. Bericht über eine Studienreise, bearb. durch Dr. Ing. Manfred Knayer. = RKW-Auslandsdienst Heft 63, München 1959.

Rössler, Horst Untersuchung über die Möglichkeit der Organisation von Fließfertigung in Maschinenbaubetrieben mit Serienfertigung. Berlin 1957.

Schäfer, Erich Die Unternehmung. Einführung in die Betriebswirtschaftslehre. 5. Aufl., Köln und Opladen 1963.

Schleip, Walter Totale Rationalisierung des Industriebetriebes. Berlin, Wien, Leipzig 1944.

Schmidt, Friedhelm Die Bestimmung des Produktionsmittelstandortes in Industriebetrieben. Berlin 1965.

v. Schütz, Werner Unternehmensberatung. Arbeitsmethoden und Erfolgsaussichten. Essen 1961.

Schulte, Herbert Kapitalfreisetzung durch rationelle Lagerhaltung in industriellen Unternehmen. Köln und Opladen 1964.

Schweitzer, Marcell Probleme der Ablauforganisation in Unternehmungen. Berlin 1964.

Schröder, Rolf-Dietrich Der Standort der Lager in Industriebetrieben. Unveröffentlichte Diplomarbeit an der WiSo-Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg, Nürnberg 1956.

Slatosch, Herbert Die Materialflußuntersuchung im Betrieb. Stuttgart 1956.

Still, Tom Betriebswirtschaftliche Fragen des Förderwesens. Diss. Freiburg/Schweiz 1962.

Stocker, Harry E. Materials Handling. Principles, Equipment and Methods. 2nd Edition, Prentice Hall, Inc., New York 1951.

Thom, Karl — Entscheidungskriterien für die Auswahl typischer Fertigungsverfahren im Bereich der mechanisch-industriellen Fertigung. Diss. München 1964.

Thomas, Albert Kurt — Zahnradherstellung. Teil 1: Stirnräder, Schneckentriebe. München 1965.

Voitl, Walter — Der innerbetriebliche Transport. Wien 1958.

Wallichs, Adolf — Die Fließarbeit und ihre Nutzbarmachung für die deutsche Wirtschaft. Stuttgart 1927.

Weblus, Bernhard — Die Produktionseigenarten der chemischen Industrie, ihr Einfluß auf Kalkulation und Programmgestaltung. Zugleich eine Studie für Vielproduktbetriebe. Berlin 1958.

Weidauer, Rudi — Automatische Maschinen-Fließreihen. Ihre technisch-ökonomischen Probleme. Berlin 1958.

Weis, Otto — Die Automatisierung der industriellen Fertigung. Diss. Nürnberg 1961.

Wrba, Max — Industrielle Betriebswirtschaft und praktische Betriebsführung. München 1949.

Wrba, Max — Vergleichende Untersuchung der Wirtschaftlichkeit einer Fertigung bei Anordnung der Werkstätten in Erzeugnis- bzw. Werkzeugmaschinenanordnung (Teildruck der Diss. TH Dresden 1926), Berlin 1927.

Ziegler, Hermann — Das Lager im Fabrikbetrieb. Leipzig, Berlin, Wien 1935.

2. Handbücher, Lexika und Beiträge in Sammelwerken

Alford, L.P. — Handbuch der industriellen Werkleitung. Berechtigte deutsche Ausgabe des Management's Handbook v. L.P. Alford und dessen Mitarbeitern. Bearb. v. Friedrich Fröhlich. Berlin 1930.

Alford, L.P. and John R. Bangs — Production Handbook. The Ronald Press Company, New York 1953.

Le Coutre, Walter (Hrsg.)	Organisations-Lexikon. Kurzgefaßtes Auskunftswerk für die gesamte Betriebsorganisation. Berlin 1930.
Haushofer, Max	Der Industriebetrieb. Ein Handbuch der Geschäftslehre für technische Beamte, Industrielle, Kaufleute etc. sowie zum Gebrauche an technischen Schulen. 2. vollständig umgearbeitete Aufl., München 1904.
Kölln, Hermann Otto und Kaspar Engels	Betriebshandbuch der Lackherstellung. Apparate, Maschinen, Geräte. Stuttgart 1959.
Maynard, Harold B. (Hrsg.)	Industrial Engineering Handbook. 2nd Vol. New York-Toronto-London 1956.
Meyercordt, Walter	Flurfördermittel, Hebezeuge, Stetigförderer. Ein Handbuch zur inner- und außerbetrieblichen Transportrationalisierung. Darmstadt 1963.
Meyercordt, Walter	Handbuch zur inner- und außerbetrieblichen Transportrationalisierung. Band 1, Behälter und Paletten, Darmstadt 1964.
RKW (Hrsg.)	Handbuch der Rationalisierung. Bearbeitet v. Fritz Reuter. 2. Aufl., Berlin-Wien 1930.
Sellien, R. und H. Sellien (Hrsg.)	Dr. Gablers Wirtschaftslexikon. Band 2, Wiesbaden 1956.
Urquhard, L.K. und C.W. Boyce (Hrsg.)	The Materials Handling Case Handbook. Mc Grawhill Book Company, New York 1951.
Akademischer Verein Hütte e.V. (Hrsg.)	Hütte. Taschenbuch für Betriebsingenieure (Betriebshütte). Band II, Betrieb. 5. neubearbeitete und erweiterte Aufl., Berlin 1957. Band III, Fertigungsbetrieb. 6. Aufl., Berlin-München 1965.
Beste, Theodor	Fertigungsverfahren. In: Handwörterbuch der Betriebswirtschaft. 3. völlig neu bearb. Aufl., 1. Bd., Stuttgart 1956, Sp. 1770 ff.
Hax, Karl	Industriebetrieb. In: Handwörterbuch der Sozialwissenschaften, Bd. 5, Göttingen 1956, S. 243 ff.

Herbert Bloy und Engelbert Pechold — Arbeitsteilung. In: Handwörterbuch der Betriebswirtschaft. Begründet von H. Nicklisch, 3. völlig neu bearb. Aufl., Band I, S. 231 f.

Predöhl, Andreas — Verkehr. In: Handwörterbuch der Sozialwissenschaften. 11. Bd., Stuttgart, Tübingen, Göttingen 1961, S. 102 ff.

Stubenrecht, Alfred — Stand der Automatisierung in den Vereinigten Staaten von Amerika. In: Arbeitsvorbereitung, Automatisierung. Elektronik. Hrsg. von der Deutschen Gesellschaft für Betriebswirtschaft. Berlin 1952.

3. Zeitschriften und Zeitungen

Bailey, L.W. — Factory Layout Planning. In: Mechanical Handling, Vol. 47 (1960), Heft 1, S. 18 ff.

Brachmann, Wilhelm — Verzinkte Bleche und Bänder. In: Stahl und Eisen, 72. Jg. 1952, Nr. 14, S. 820 ff.

Bury, Wolfgang — Die neue Zuckerfabrik Franken. In: "Siemens-Zeitschrift", 27. Jg. 1953, Heft 6, S. 312 ff.

C.M. Dolezalek und G. Ropohl — Ansätze zu einer produktionswissenschaftlichen Systematik der industriellen Fertigung. Teil 2: Fertigungsmittel und Fertigungsprozeß. In: VDI Zeitschrift, Bd. 109, Nr. 16, Juni 1967 (I), S. 717 f.

Fackelmeyer, A. — Materialfluß und Lagergestaltung. In: Fördern und Heben, 6. Jg. 1956, Heft 11, S. 1151 ff.

Findeisen, Fr. — Der Lager-Prozeß. In: Zeitschrift für Betriebswirtschaft (ZfB), 2. Jg. 1925, S. 309 ff.

Fink, Max — Entwicklungsrichtungen der Fördertechnik in der Chemie - Industrie im Vergleich zur Maschinenindustrie. In: Fördern und Heben, 8. Jg. 1958, Heft 5, S. 291 ff.

Gaskill, Gordon — Schiffe aus der Tube. Eine schwedische Werft geht neue Wege. In: DIE ZEIT. Wochenzeitung für Politik, Wirtschaft, Handel und Kultur. 22. Jg., Nr. 6 vom 10.2.1967, S. 37.

Goebel, Hellmut — Das Transportproblem bei selbsttätigen Maschinenfließreihen. In: Fördern und Heben, 72. Jg. 1952, Heft 8, S. 195 ff.

Hillesheim, Peter — Amerikanische Verzinkungsweise für Stahldrähte und Stahldrahterzeugnisse. In: Stahl und Eisen, 72. Jg. 1952, Nr. 14, S. 812 ff.

Hundhausen, C. — Innerbetriebliche Standortfragen. In: ZfhF, 20. Jg. 1926, S. 1 ff.

Jakeschky, Max Walter — Das Synchro-System als Fließfertigungsverfahren in der Bekleidungsindustrie. In: Rationalisierung. Monatsschrift des RKW. 2. Jg. 1951, Heft 6, S. 158 f.

Kölbel, H. und H. Schulze — Die Abgrenzung chemischer Produktionstypen nach Leistungsprogramm, Fertigungsorganisation und Prozeßführung. In: Industrielle Organisation, 34. Jg. 1965, S. 149 ff.

Kölbel, H. und J. Schulze — Materialfluß in verfahrenstechnischen Betrieben. In: Fördern und Heben, 14. Jg. 1964, S. 799 ff.

Lappe, R. — Die elektrische Ausrüstung von Fertigungsstraßen und automatisch arbeitenden Produktionsstätten. In: Deutsche Elektrotechnik, 7. Jg. 1953, Heft 10, S. 505 f.

Männel, Wolfgang — Die Entstehung von Zwischenlagern in Industriebetrieben. In: Industrielle Organisation, 34. Jg. 1965, S. 17 ff.

Mertens, Peter — Netzwerktechnik als Instrument der Planung. In: ZfB, 34. Jg. 1964, S. 382 ff.

Nowak, Paul — Bestimmung der Betriebsindividualität mit Hilfe von Betriebsgliederungen. In: ZfhF, 6. Jg. 1954, S. 484 ff.

Pahlitzsch, G. und U. Berr — Mathematische Modelle zur Fertigungssteuerung in der Metallindustrie. In: Werkstattstechnik, 50. Jg. 1960, Heft 9, S. 465 ff.

Reimer, Kurt — Der Materialfluß in einer Brotfabrik. In: Fördern und Heben. 2. Jg. 1952, Heft 5, S. 125 f.

Riebel, Paul — Mechanisch-technologische und chemisch-technologische Industrien in ihren betriebswirtschaftlichen Eigenarten. In: ZfhF, 6. Jg. 1954, S. 413 ff.

Riebel, Paul — Das Problem der minimalen Auftragsgröße. In: ZfhF, 12. Jg. 1960, Heft 12, S. 647 ff.

Schäfer, Erich — Losgröße und Kostengestaltung. In: ZfB, 8. Jg. 1931, Heft 11, S. 823 ff.

Schäfer, Erich — Die Massenfertigung und ihre absatzwirtschaftlichen Voraussetzungen. In: VDI-Zeitung, 1. Juni 1958, S. 670 ff.

Wagon, H. — Beitrag zu: Zur Erklärung von Grundbegriffen auf dem Gebiete des Transportwesens. In: Beilage zur Zeitschrift "Rationalisierung", Dez. 1952, S. 2 ff.

Wenzlaff, Heinz — Materialfluß im Schiffbau. In: Fördern und Heben, 10. Jg., Messesonderausgabe 1960, S. 205 ff.

o.V. — Tausend Meter freihändig über das Tal der Lenne. In: Tageszeitung "Westfalenpost" vom 11.1.1966, Nr. 8.

L e b e n s l a u f

Am 25. April 1937 wurde ich in Stettin als erstes Kind des damaligen Gerichtsassessors Johannes Günther und seiner Ehefrau Hildegard geboren. Meine Einschulung erfolgte im Herbst 1943 in Pasewalk/Pommern. Nach Beendigung der Flucht meiner Mutter mit meinen beiden Schwestern und mir besuchte ich fünf Jahre lang die Dorfvolksschule in Wüstenmark/Mecklenburg in der Sowjetischen Besatzungszone.
Weihnachten 1950 siedelten wir zu meinem Vater nach Lübeck über. Ostern 1951 wurde ich dort in die Quarta der Oberschule zum Dom aufgenommen.
Im Juli 1953 zog die Familie nach Hagen/Westf. um, und ich besuchte bis zum Abitur im März 1958 den mathematisch-naturwissenschaftlichen Zweig des Städtischen Knabengymnasiums.

Im April 1958 begann ich eine kaufmännische Lehre als Industriekaufmann, die ich mit der Handlungsgehilfenprüfung abschloß. Mein Studium nahm ich im Sommersemester 1960 an der damaligen Hochschule für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften in Nürnberg auf. Im November 1964 bestand ich an der 6. Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg in Nürnberg die Prüfung für Diplomkaufleute.
Anfang 1965 erhielt ich die Genehmigung zur Promotion. Im Sommer 1965 folgten mehrere Monate kaufmännischer Tätigkeit in der Südafrikanischen Union. Von April 1966 bis März 1967 war ich Stipendiat der Stiftung Volkswagenwerk.

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hogl, 8520 Erlangen Hauptstr. 109, (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990